

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 8 月 19 日 (19.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/070981 A1

(51) 国際特許分類: H04J 13/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/001168

(22) 国際出願日: 2004 年 2 月 5 日 (05.02.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2003-027913 2003 年 2 月 5 日 (05.02.2003) JP  
特願2003-315154 2003 年 9 月 8 日 (08.09.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 賢司 (SUZUKI, Kenji) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 宇賀神 守 (UGAJIN, Mamoru) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 東原 恒夫 (TSUKAHARA,

Tsuneo) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 山川 政樹 (YAMAKAWA, Masaki); 〒1000014 東京都千代田区永田町 2 丁目 4 番 2 号 秀和溜池ビル 8 階 山川国際特許事務所内 Tokyo (JP).

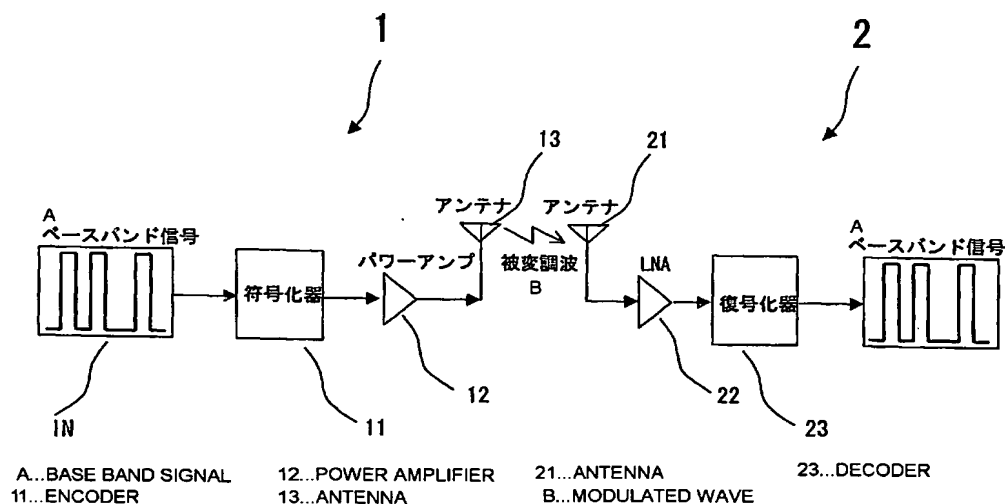
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, WIRELESS TRANSMITTER, WIRELESS RECEIVER, WIRELESS COMMUNICATION METHOD, WIRELESS TRANSMISSION METHOD AND WIRELESS RECEPTION METHOD

(54) 発明の名称: 無線通信システム、無線送信機、無線受信機、無線通信方法、無線送信方法および無線受信方法



(57) Abstract: A transmitting side encodes a transmitting digital signal using a code not containing a dc component and transmits it without using a carrier wave, and a receiving side decodes the received signal in conformity with the above encoding to restore it to the original digital signal

(57) 要約: 送信側では、送信すべきデジタル信号を直流成分を含まない符号を用いて符号化して搬送波を用いずに送信し、受信側では、受信信号に対して上記符号化に対応する復号化を行って、もとのデジタル信号を復元する。

Best Available Copy



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

無線通信システム、無線送信機、無線受信機、無線通信方法、無線送信方法  
および無線受信方法

### 技術分野

本発明は、電磁波によってデジタル信号を送受する無線通信システム、無線送信機、無線受信機、無線通信方法、無線送信方法および無線受信方法に関し、特に近距離の微弱無線通信に好適に用いられるものに関する。

### 背景技術

無線通信では、直流信号や周波数の低い信号をそのまま伝送するのは難しい。このため、通常、高周波の搬送波（キャリア）に情報変調を施して信号を送信することとしている。具体的には、送信側では、搬送波に送信したい信号波によって変調を施し、被変調波を送信する。一方、受信側では、受信した被変調波を復調することで搬送波から信号波を取り出し送信データを得る（例えば、文献「大庭英雄、提坂秀樹、“無線通信機器”、日本理工出版会、p. 141-265、ISBN 4-89019-136-4」参照）。

図32に従来の無線通信システムの構成の一例を示す。図32において、送信側では、電圧制御発振器（VCO: Voltage Controlled Oscillators）1001は、搬送波を発生させる。この搬送波は、乗算器1002において、送信したいベースバンド信号INが乗算されることにより変調される。得られた被変調波は、パワーアンプ（PA: Power Amplifier）1005により増幅され、送信アンテナ1006から送信される。受信側では、受信アンテナ1011によって受信された被変調波は、低雑音増幅回路（LNA: Low Noise Amplifier）1012により増幅され、イメージ除去フィルタ1013によりイメージ成分が除去される。イメージ成分が除去された被変調波は、乗算器1017において、VCO1016により発生した搬送波が乗算されることによってダウンコンバートされ、チャンネル選択

フィルタ 1018 を通過した後に、検波器 1019 により送信されたベースバンド信号に変換される。図 32 は位相変復調 (PSK: Phase Shift Keying) により無線通信を行う場合の一例であるが、他の無線通信方式においても搬送波を発生させ、搬送波に変復調を施して無線通信を行うのが一般的である。

一方、搬送波を用いずに通信を行うシステムとして、超広帯域 (UWB: Ultra Wideband) 技術を用いた無線通信システムが提案されている (例えば、特表 2003-529273 号公報 (国際公開公報 WO 01/073965)、特表 2003-535552 号公報 (国際公開公報 WO 01/093441))。UWB の送信機は、数 GHz という極めて広い周波数帯域にわたって 1 秒間に 10 億回以上の非常に時間軸の短いパルスを送出し、受信機は、送信機から送られてきたパルスのシーケンスを受信して、パルスをデータに変換する。

以上のように、図 32 に示した従来の無線通信システムでは、送信時および受信時に搬送波を発生させ、この搬送波に変復調を施して無線通信を行う。このため、搬送波を発生する回路や搬送波に変復調を施す回路が必要となり、無線通信システムが複雑化し、無線通信システムを構成する送受信機の規模やハードウェア量が増大して無線通信システムのコストや消費電力が増大するという問題点があった。

また、UWB を用いた無線通信システムにおいても、時間幅の短いモノサイクル波形もしくはガウシアンモノパルスを生成する回路が必要となり、これらの回路を構成するには高周波のアナログ回路技術が必要になるため設計が難しく、無線通信システムを構成する送受信機の規模やハードウェア量が増大して無線通信システムのコストや消費電力が増大するという問題点があった。

## 発明の開示

本発明はこのような従来の課題を解決するものであり、その目的は、搬送波の発生や変復調のための回路等を不要とすることにより、システムの簡易化、低コスト化、低消費電力化を図ることができる無線通信システム、無線送信機、無線受信機、無線通信方法、無線送信方法および無線受信方法を提供することにある。

本発明の無線通信システムは、無線送信機と無線受信機とを備え、前記無線送

信機は、送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手段と、この符号化手段により符号化された信号を送信する送信アンテナとを有し、前記無線受信機は、前記送信された信号を受信する受信アンテナと、この受信アンテナで受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って前記デジタル信号を復元する復号化手段とを有し、搬送波を用いずに通信を行うようにしたものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号を直流成分を含まない符号を用いて符号化するものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行い、このスペクトラム拡散させた信号を前記送信アンテナに出力する拡散手段を備え、前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手段を備えるものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記拡散符号は、直流成分を含まないものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えるものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、前記復号化手段は、前記受信ア

ンテナで受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手段と、この信号再生手段から出力された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手段とを備えるものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手段と、この信号再生手段から出力された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えるものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号を積分する積分手段と、この積分手段から出力された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えるものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、前記復号化手段は、微分演算された拡散信号に対応する拡散符号を用いて、前記受信アンテナで受信された信号の逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えるものである。

また、本発明の無線通信システムの1構成例は、前記微分演算された拡散信号を $\Delta S$ 、この拡散信号 $\Delta S$ に対応する拡散符号を $C$ 、拡散信号 $\Delta S$ と拡散符号 $C$ との相関値を $P$ 、拡散符号 $C$ の符号長を $M$ とすると、

$$P \approx \sum_{k=1}^M \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^M C_r \right) \quad \text{が成立するようにしたものである。}$$

また、本発明の無線通信システムの1構成例において、前記信号発生手段は、拡散したチップレートの $n$ （ $n$ は2以上の整数）次高調波帯域のインパルス信号のみを出力するようにしたものである。

また、本発明の無線送信機は、送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手段と、この符号化手段により符号化された信号を送信する送信アンテナとを有し、搬送波を用いずに前記デジタル信号を送信するようにしたものである。

また、本発明の無線受信機は、送信すべきデジタル信号を符号化して搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信するものであり、前記送信された信号を受信する受信アンテナと、この受信アンテナで受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って前記デジタル信号を復元する復号化手段とを有するものである。

また、本発明の無線通信方法は、送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手順と、この符号化手順で符号化された信号を送信する送信手順と、前記送信された信号を受信する受信手順と、この受信手順で受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って前記デジタル信号を復元する復号化手順とを備え、搬送波を用いずに通信を行うようにしたものである。

また、本発明の無線送信方法は、送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手順と、この符号化された信号を送信する送信手順とを備え、搬送波を用いずに前記デジタル信号を送信するようにしたものである。

また、本発明の無線受信方法は、送信すべきデジタル信号を符号化して搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信するものであり、前記送信された信号を受信する受信手順と、この受信手順で受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って前記デジタル信号を復元する復号化手順とを備えるものである。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

図 2 は、本発明の第 1 実施例の符号化器で用いる各種符号を示す図である。

図 3 は、本発明の第 1 実施例の符号化器で用いる各種符号の電力スペクトル特性を示す図である。

図 4 は、本発明の第 2 実施例、第 3 実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

図 5 は、本発明の第 2 実施例の逆拡散手段の構成例を示すブロック図である。

図 6 A は、本発明の第 2 実施例の無線送信機におけるベースバンド信号の信号波形図、図 6 B は、無線送信機における拡散信号の信号波形図、図 6 C は、無線送信機における無線信号の信号波形図である。

図 7 A は、図 6 A を拡大した信号波形図、図 7 B は、図 6 B を拡大した信号波形図、図 7 C は、図 6 C を拡大した信号波形図である。

図 8 A は、本発明の第 2 実施例の無線受信機における逆拡散後の信号の信号波形図、図 8 B は、無線受信機におけるベースバンド信号の信号波形図である。

図 9 A は、図 8 A を拡大した信号波形図、図 9 B は、図 8 B を拡大した信号波形図である。

図 10 は、本発明の第 2 実施例における送信信号スペクトルを示す図である。

図 11 は、本発明の第 4 実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

図 12 A は、本発明の第 4 実施例の信号発生手段に入力される拡散信号の信号波形図、図 12 B、図 12 C は、信号発生手段から出力される矩形波信号の信号波形図、図 12 D は、拡散信号の周波数スペクトルを示す図、図 12 E は、矩形波信号の周波数スペクトルを示す図である。

図 13 A は、本発明の第 4 実施例の無線送信機におけるベースバンド信号の信号波形図、図 13 B は、無線送信機における拡散信号の信号波形図、図 13 C は、無線送信機におけるインパルス信号の信号波形図である。



図 1 4 A は、図 1 3 A を拡大した信号波形図、図 1 4 B は、図 1 3 B を拡大した信号波形図、図 1 4 C は、図 1 3 C を拡大した信号波形図である。

図 1 5 A は、本発明の第 4 実施例の無線受信機における逆拡散後の信号の信号波形図、図 1 5 B は、無線受信機におけるベースバンド信号の信号波形図である。

図 1 6 A は、図 1 5 A を拡大した信号波形図、図 1 6 B は、図 1 5 B を拡大した信号波形図である。

図 1 7 は、本発明の第 5 実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。

図 1 8 A は、本発明の第 5 実施例の無線受信機における再生後の拡散信号の信号波形図、図 1 8 B は、無線受信機におけるベースバンド信号の信号波形図である。

図 1 9 A は、図 1 8 A を拡大した信号波形図、図 1 9 B は、図 1 8 B を拡大した信号波形図である。

図 2 0 A、図 2 0 B、図 2 0 C、図 2 0 D、図 2 0 E は、本発明の第 5 実施例における信号再生手段の構成例を示すブロック図である。

図 2 1 は、本発明の第 6 実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。

図 2 2 A は、本発明の第 6 実施例の無線受信機における再生後の拡散信号の信号波形図、図 2 2 B は、無線受信機における逆拡散後の信号の信号波形図、図 2 2 C は、ベースバンド信号の信号波形図である。

図 2 3 A は、図 2 2 A を拡大した信号波形図、図 2 3 B は、図 2 2 B を拡大した信号波形図、図 2 3 C は、図 2 2 C を拡大した信号波形図である。

図 2 4 は、本発明の第 7 実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。

図 2 5 A は、本発明の第 7 実施例の無線受信機における逆拡散後の信号の信号波形図、図 2 5 B は、無線受信機におけるインパルス信号の信号波形図、図 2 5 C は、無線受信機におけるベースバンド信号の信号波形の信号波形図である。

図 2 6 A は、図 2 5 A を拡大した信号波形図、図 2 6 B は、図 2 5 B を拡大した信号波形図、図 2 6 C は、図 2 5 C を拡大した信号波形図である。

図 2 7 は、本発明の第 8 実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。

図 2 8 は、本発明の第 8 実施例の逆拡散手段の構成例を示すブロック図である。

図 2 9 A は、送信すべき拡散信号の信号波形図、図 2 9 B は、本発明の第 8 実施例の無線受信機における受信信号の信号波形図、図 2 9 C は、無線受信機における逆拡散後の信号の信号波形図である。

図 3 0 A は、送信すべきデータ信号の信号波形図、図 3 0 B は、本発明の第 8 実施例の無線受信機における逆拡散後の信号の信号波形図である。

図 3 1 は、本発明の第 9 実施例における送信信号スペクトルを示す図である。

図 3 2 は、従来の無線通信システムの構成の 1 例を示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に添付図面を参照して、本発明に係る無線通信システム、無線送信機、無線受信機、無線通信方法、無線送信方法、および無線受信方法についての好適な実施例を第 1 実施例から第 9 実施例に分けて詳細に説明する。

##### [第 1 実施例]

本実施例に係る無線通信システムは、送信側では、送信すべきデジタル信号を直流成分を含まない符号を用いて符号化して送信し、受信側では、受信信号に対し上記符号化に対応する復号化を行ってデジタル信号を復元し、搬送波を用いずに送受信するものである。以下、本実施例について図面を参照して説明する。

図 1 は、本実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。図 1 において、無線通信システムは、無線送信機 1 と無線受信機 2 とから構成されている。無線送信機 1 は、符号化器 1 1、パワーアンプ 1 2 および送信アンテナ 1 3 を備えている。一方、無線受信機 2 は、受信アンテナ 2 1、LNA 2 2 および復号化器 2 3 を備えている。

以下、信号の流れとともに、この無線通信システムの動作について説明する。図 1 において、送信すべきデジタル信号 IN は、符号化器 1 1 に入力される。ここで、送信すべきデジタル信号 IN は、2 値情報を示すものであれば、どのような形態の信号であってもよいが、一般的には図 2 に示されるような単極 NRZ の

ベースバンド信号である。そこで、本実施例でも単極NRZ信号を用いることとする。

符号化器11は、入力されたデジタル信号INに対して、直流成分を含まない符号を用いて符号化を施す。これにより、直流成分付近に電力スペクトルのピークがある単極NRZのベースバンド信号を、比較的高周波の交流信号成分がメインとなる信号に変換する。ここで、直流成分を含まない符号としては、図2に示されるバイポーラNRZ符号（AMI符号（Alternate Mark Inversion code））やマンチェスター符号（ダイパルス符号、SP符号）の他、BnZS符号（Bipolar with n Zeros Substitution code、nは整数）、HDBn符号（High Density Bipolar code、nは整数）、mBnT符号（m Binary on n Ternary code、m、nは整数）、CMI符号（Coded Mark Inversion code）、DMI符号（Differential Mode Inversion code）等が挙げられるが、これらに特に限定されない。一方、図2に示される単極NRZ（Non Return to Zero）、単極RZ（Return to Zero）、両極NRZ（Non Return to Zero）は、直流（DC）付近に電力スペクトルのメインローブがあるため、本実施例で用いられる符号としては不適當である。図3に、各種符号の電力スペクトル特性を示す。

符号化器11により符号化された信号は、パワーアンプ12に供給される。パワーアンプ12は、符号化器11から供給された信号を増幅し、送信アンテナ13に出力する。ただし、近距離の微弱無線では送信信号電力が厳しく規定されている場合が多く、その場合にはパワーアンプ12は必ずしも必要とはしない。符号化器11から出力された信号を直接アンテナ13に供給しても規定値を上回る送信信号電力となる場合には、パワーアンプ12の変わりに減衰器を入れて信号電力を調整しても良い。また、本実施例で用いるパワーアンプ12は、符号化器11から出力されたデジタル信号の信号振幅をデジタル信号のまま大きくするものとする。こうすることで送信側ではアナログの回路を必要としない構成になり、送信機設計の簡易化、低コスト化が図れる。

送信アンテナ13は、パワーアンプ12から受けた信号（パワーアンプ12を必要としない場合は符号化器11から受けた信号）を無線送信する。パワーアンプ12の有無に関わらず、送信アンテナ13には矩形波のデジタル信号が供給さ

れ、このデジタル信号のスペクトルのうち、送信アンテナ 1 3 の帯域内の信号が無線信号として送信される。アンテナは直流信号成分を伝搬することはできず、交流信号成分しか伝搬できない。そのため、送信すべきデジタル信号のうち、矩形波信号の立ち上がり立ち下がりの変化時の交流成分が主に送信アンテナ 1 3 から送信されることとなる。

以上のとおり、無線送信機 1 は、搬送波、特にアナログ高周波キャリアを用いることなく送信すべき符号化されたベースバンド信号 I Nを送信する。このため、無線送信機 1 は、搬送波を発生させるための V C O、搬送波にベースバンド信号を乗算するための乗算器等、搬送波の使用に伴って必要となる回路等を有していない。

次に、受信側について説明すると、受信アンテナ 2 1 は、送信アンテナ 1 3 から送信された信号を受信し、L N A 2 2 に出力する。L N A 2 2 は、受信アンテナ 2 1 から受けた受信信号を、ノイズを抑えて増幅し、復号化器 2 3 に出力する。復号化器 2 3 は、L N A 2 2 から入力された信号に対し、符号化器 1 1 による符号化に対応する復号化を行って、デジタル信号を復元する。L N A 2 2 から出力される信号はアナログ信号であり、アナログ演算によりデジタル信号を復元する場合には L N A 2 2 からの出力信号をそのまま演算に用いる。デジタル演算によりデジタル信号を復元する場合には、復号化器内部にコンパレータまたはリミッタを設け、所定の振幅に制限して矩形波に近づけたあとに、この振幅制限した信号に対し、符号化器 1 1 による符号化に対応する復号化を行って、デジタル信号を復元する。

なお、本実施例では、復号化器 2 3 の内部にコンパレータまたはリミッタを設けることとしているが、この構成に限らず、受信信号にノイズを抑えて増幅したあとに振幅制限して矩形波に近づける手段を実現することができれば、どのような構成であっても良い。例えば、L N A 2 2 にコンパレータまたはリミッタと同等の機能を持たせても良い。また、L N A 2 2 からの出力を A D コンバータでデジタル化しデジタル演算を行っても良い。

以上のとおり、無線受信機 2 は、搬送波、特にアナログ高周波キャリアを用いることなく送信された信号を受信する。このため、無線受信機 2 は、搬送波を発

生させるためのVCO、受信信号に搬送波を乗算するための乗算器等、搬送波の使用に伴って必要となる回路等を有していない。

以下、このように搬送波を用いることなく無線通信できる理由について説明する。無線通信で伝送できるのは交流成分のみであり直流成分は伝送されない。このため、直流成分付近に電力スペクトルのピークがあるベースバンド信号を伝送するのは難しい。一方、電力スペクトルのメインローブが交流成分にある信号であれば、その直流付近の信号成分が送受信されなくとも、メインローブとなる交流信号成分が送受信されれば通信可能となる。そこで、本実施例の無線送信機1では、送信すべきデジタル信号INを直流成分を含まない符号により符号化することによって、電力スペクトルのメインローブが交流成分になるように操作している。この結果、本実施例においては、搬送波を用いない無線通信が可能となっている。具体的には、150MHzの単極NRZ信号をマンチェスター符号を用いて符号化すると、電力スペクトルのメインローブは直流(DC)から300MHzまでにほぼ収まり、比較的高周波の帯域(数10MHz～200MHz程度)に電力スペクトルのピークが来るため、広帯域アンテナを用いることにより送受信が可能となる。

ただし、交流成分の周波数が低いほど大きいアンテナが必要となるので、送信すべきデジタル信号は高周波であることが好ましい。具体的には、1MHz以上が好ましく、100MHz以上がより好ましい。

以上のとおり、本実施例によれば、送信すべきデジタル信号INを直流成分を含まない符号を用いて符号化することによって、送信信号の電力スペクトルのメインローブを高周波の交流成分にすることにより、パルス伝送通信を可能とし、搬送波を用いずに無線通信することとしているので、搬送波の発生に必要なVCOや、アップコンバージョン、ダウンコンバージョンに必要な乗算器等が不要となり、システムを構成する無線送信機1および無線受信機2のハードウェア量が大幅に削減され、システムの簡易化、低コスト化、低消費電力化が可能となる。

また、特に無線送信機1については、矩形の信号をそのまま送信するので、デジタル信号処理がメインとなる。このため、アナログ回路を大幅に削減でき、大幅な低コスト化、低消費電力化を図ることができる。

本実施例では、モノサイクル波形もしくはガウシアンモノパルスを生成するためのパルス発生器を持たず、デジタルの矩形波信号で送信アンテナを駆動する。この方式は、通信に使用する周波数帯域を使用するアンテナの帯域で選択できるという特徴も持つ。数100MHzに中心周波数があるアンテナを使用すれば、その周波数帯域で電波を送受して通信を行い、数GHzに中心周波数があるアンテナを使用すれば、その周波数帯域で電波を送受して通信を行うことが可能である。これらのいずれの場合にも使用するアンテナに対し、送信すべきベースバンド信号のメインローブが使用するアンテナの周波数帯域に含まれるように調整すればよい。具体的には図2に示した矩形波信号の信号幅Tを小さくすればよい。信号幅Tを小さくすればその信号に含まれる周波数成分がより高周波側まで広がることが図3からわかる。信号幅Tはデジタル回路に供給されるクロック周波数で決まり、クロック周波数は周波数シンセサイザーで制御することができる。従って本方式では、使用したい周波数帯域に合わせてアンテナと送信機側の周波数シンセサイザーを制御すればよい。周波数シンセサイザーはソフト的に制御することができるので、使用周波数帯域の変更に伴いハードウェア的に変更すべき構成要素はアンテナだけである。以上から他の送信機側の構成要素をハードウェア的に変更することなくアンテナを切り替えるだけで使用する周波数帯域を変更することができるという特徴を本方式は持つ。これに対して、UWBを用いた従来の無線通信システムでは、モノサイクル波形もしくはガウシアンモノパルスを生成するためのパルス発生器が必要となる。このパルス発生器はあらかじめ規定した周波数帯域にモノサイクル波形もしくはガウシアンモノパルスの周波数成分が含まれるようにチューニングされて実装される。このパルス発生器は高周波のアナログ回路からなるため設計が難しく、モノサイクル波形もしくはガウシアンモノパルスの周波数成分を可変するように設計するのはさらに困難である。つまり、UWBを用いた従来の無線通信システムでは、通信に使用する周波数帯域にチューニングしてパルス発生器を実装する必要があるため、使用するアンテナを切り替えてもハードウェア的に送信機側の構成要素であるパルス発生器を可変することが困難であり、通信に使用する周波数帯域を変更することができない。

[第2実施例]

本実施例に係る無線通信システムは、上記第 1 実施例に係る無線通信システムとほとんど同じであるが、送信側で送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行い、受信側で受信信号に対し逆拡散を行うことを特徴とするものである。以下、図面を用いて本実施例について説明するが、第 1 実施例と共通する部分については説明を省略する。

図 4 は、本実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。図 4 において、無線通信システムは、無線送信機 3 と無線受信機 4 とから構成されている。無線送信機 3 は、拡散符号発生器 3 1、乗算器 3 2、パワーアンプ 3 3 および送信アンテナ 3 4 を備えている。一方、無線受信機 4 は、受信アンテナ 4 1、LNA 4 2、逆拡散手段 4 3 およびピーク検出器 4 4 を備えている。本実施例では、拡散符号発生器 3 1 と乗算器 3 2 とが符号化器を構成し、逆拡散手段 4 3 とピーク検出器 4 4 とが復号化器を構成している。

以下、信号の流れとともに、この無線通信システムの動作について説明する。図 4 において、送信すべきデジタル信号 IN は、乗算器 3 2 に入力される。この乗算器 3 2 は、入力されたデジタル信号 IN に対し、拡散符号発生器 3 1 により発生させられた拡散符号を乗算し、直接スペクトラム拡散する。すなわち、拡散符号発生器 3 1 と乗算器 3 2 とは、送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段として機能する。この直接スペクトラム拡散により、単極 NRZ 信号が広帯域に拡散させられる。拡散後の信号は、パワーアンプ 3 3 で増幅された後、送信アンテナ 3 4 から送信される。

本実施例においても第 1 実施例と同様に、必ずしもパワーアンプ 3 3 は必要ではない。また、パワーアンプ 3 3 を必要とする場合でも、第 1 実施例と同様にデジタル信号の信号振幅をデジタル信号のまま大きくするものをパワーアンプとして用いることで、送信機側ではアナログ回路を必要としない構成にすることが可能であり、送信機設計の簡易化、低コスト化が図れる。いずれにせよ本実施例においても、第 1 実施例と同様に送信すべき矩形波のデジタル信号が送信アンテナ 3 4 に供給される。

受信側では、送信アンテナ 3 4 から送信された信号は、受信アンテナ 4 1 により受信され、LNA 4 2 により増幅され、逆拡散手段 4 3 に供給される。逆拡散

手段43は、LNA42から受けた信号に対し、無線送信機3におけるスペクトラム拡散に対応する逆拡散を行い、ピーク検出器44は、逆拡散手段43の出力信号のピークを検出し、検出したピークを基にデジタル信号を復調する。

図5に、本実施例に用いる逆拡散手段43の構成例を示す。逆拡散手段43は、LNA42から入力された拡散信号をサンプル保持するサンプルホールド回路431a～431gと、第1のクロックf1を入力としてサンプルホールド回路431a～431gが順次サンプル保持動作をするよう制御するサンプルホールド制御回路432と、サンプルホールド制御回路432からの出力信号をクロックf1に同期してシフトするシフトレジスタを構成するフリップフロップ回路433a～433fと、拡散信号と相関をとるための拡散符号を第2のクロックf2に同期して発生する拡散符号発生回路434と、サンプルホールド回路431a～431gから出力された拡散信号と拡散符号発生回路434から出力された拡散符号とを対応する信号毎に乗算する乗算器435a～435gと、乗算器435a～435gの各出力信号を加算する加算器436とから構成される。第1のクロックf1は、送信側で拡散信号の拡散に使用されたクロックと同じ周波数のクロックであり、第2のクロックf2は、送信側で拡散符号の生成に使用されたクロックと同じ周波数のクロックである。

サンプルホールド制御回路432は、第1のクロックf1を入力とし、乗算器435a～435gの数と同じ数のクロック毎に1クロック分だけ拡散信号をサンプル保持させるサンプルホールド制御信号を生成する。シフトレジスタを構成するフリップフロップ回路433a～433fは、サンプルホールド制御回路432から出力されたサンプルホールド制御信号をクロックf1に同期して図5の右方向へシフトさせながら各サンプルホールド回路431b～431gに出力する。各サンプルホールド回路431a～431gは、クロックf1に同期して順次サンプル保持動作を行う。一方、拡散符号発生回路434からは拡散符号がクロックf2に同期して発生する。

LNA42から入力されサンプルホールド回路431a～431gによって保持された拡散信号と拡散符号発生回路434から出力された拡散符号とは、乗算器435a～435gにより対応する信号毎に乗算され、各乗算器435a～4



3 5 g の乗算結果が加算器 4 3 6 によって加算されて出力される。こうして、拡散信号とローカルの拡散符号との相関値演算を行い、この相関値演算結果を基にピーク検出器 4 4 がベースバンド信号を復元する。なお、本実施例では、逆拡散手段 4 3 の 1 例として図 5 に示した構成を用いたが、同等の機能を果たすものであれば特にこれには限定されない。

図 4 の無線送信機 3 の A 点（乗算器 3 2 の入力）、B 点（乗算器 3 2 の出力）、C 点（送信アンテナ 3 4 の出力）における代表的な信号波形を図 6、図 7 に示す。図 7 は図 6 の信号波形の P 1 の部分を拡大して示したものである。図 6、図 7 の縦軸は信号強度、横軸は時間である。図 6 A、図 7 A に示す信号が送信すべきデジタル信号 I N である。図 6 B、図 7 B に示す信号は、デジタル信号 I N を拡散符号により拡散した後の拡散信号である。送信アンテナ 3 4 からは、図 6 C、図 7 C のように拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに含まれる交流信号成分が無線信号として送信される。

図 4 の無線受信機 4 の D 点（逆拡散手段 4 3 の出力）、E 点（ピーク検出器 4 4 の出力）における代表的な信号波形を図 8、図 9 に示す。図 9 は図 8 の信号波形の P 2 の部分を拡大して示したものである。送信された拡散信号とローカルの拡散符号とが一致すると、図 8 A、図 9 A に示すようにピーク信号が出力される。このピーク信号はベースバンド信号の位相反転に合わせて位相が反転するので、ピーク検出器 4 4 によってピーク信号の位相反転を検出することで、図 8 B、図 9 B に示すように、送信されたベースバンド信号を復元することができる。

以上のとおり、第 1 実施例と同様に、無線送信機 3 と無線受信機 4 とは、搬送波、特にアナログ高周波キャリアを用いることなく送受信を行う。このため、無線送信機 3 と無線受信機 4 とは、搬送波の使用に伴って必要となる回路等を有していない。

本実施例においては、直接スペクトラム拡散によって送信すべきデジタル信号 I N を高周波まで拡散させるので、第 1 実施例と同様の理由により、搬送波を用いることなく無線通信を行うことができる。具体的には、3 0 0 M H z のチップレートの拡散符号を用いて 1 M H z の単極 N R Z 信号を拡散させた場合、拡散後の信号のスペクトルのメインローブは直流（D C）から 3 0 0 M H z まで広がる。

なお、直接スペクトラム拡散方式では、逆拡散後の希望波受信電力と干渉波電力との比（S I 比）が、所要の受信誤り率を得るために必要なS I 比より大きければ通信可能となる。したがって、送受信可能な周波数帯域は使用されるアンテナの帯域によるが、必要なS I 比が確保されれば、メインロープすべてが送受信される必要はなく、比較的高周波側の拡散信号スペクトルのみが送受信される場合であっても通信可能である。

本実施例で送信される信号スペクトルを図10に示す。300MHzのチップレートで拡散されたベースバンド信号のメインロープは直流（DC）から300MHzまで広がる。たとえば使用するアンテナの帯域が100MHzから300MHzの場合、送信される信号スペクトルは図10の斜線部分のようになる。

本実施例に係る無線通信システムは、第1実施例と同様の効果を有するほか、次の効果も有する。

すなわち、拡散符号を用いての多重化が可能であり、無線通信システムの多チャネル化が可能となる。また、より広帯域の拡散信号を送受信することにより、長距離化、高ビットレート化を図ることができる。さらに、直接スペクトラム拡散を行うので、マルチパス耐性等のスペクトラム拡散通信と同様の効果を得ることができる。

### 〔第3実施例〕

本実施例に係る無線通信システムは、上記第2実施例に係る無線通信システムとほとんど同じであるが、直流成分を含まない拡散符号を用いてスペクトラム拡散を行うことを特徴とするものである。以下、本実施例について説明するが、第2実施例と共通する部分については説明を省略する。

本実施例では、拡散符号発生器31は直流成分を含まない拡散符号を発生させ、乗算器32に供給する。例えば、拡散符号発生器31は、最初に単極NRZ信号の拡散符号を発生させた後に、この拡散符号を直流成分を含まない符号を用いて符号化し、符号化された拡散符号を乗算器32に供給する。ただし、直流成分を含まない拡散符号を発生させることができればよく、上記の手順に限定されない。

単極NRZ信号の拡散符号の電力スペクトルのピークは直流（DC）付近になるのに対し、たとえばマンチェスター符号を用いて符号化された拡散符号の電力

スペクトルのピークは交流成分となる。たとえば、チップレートが150MHzである拡散符号をマンチェスター符号により符号化すると、電力スペクトルのメインローブはDCから300MHzまでにほぼ収まり、電力スペクトルは比較的高周波の交流信号成分がメインとなる。このようなマンチェスター符号により符号化された拡散符号を新たな拡散符号として用いることによって、交流信号成分に電力スペクトルのピークをもつ送信信号が得られる。このため、本実施例にかかる無線通信システムは、第2の実施例と同様の効果を有するほか、次の効果も有する。すなわち無線通信システムの扱う信号は交流信号がメインの信号となり、単極NRZの拡散符号を用いた場合に比べてより効率よく送受信することができ、システムの高効率化、低消費電力化を図ることができる。

本実施例においても第1実施例と同様に、必ずしもパワーアンプ33は必要ではない。また、パワーアンプ33を必要とする場合でも、第1実施例と同様にデジタル信号の信号振幅をデジタル信号のまま大きくするものをパワーアンプとして用いることで、送信機側ではアナログ回路を必要としない構成にすることが可能であり、送信機設計の簡易化、低コスト化が図れる。いずれにせよ本実施例においても、第1実施例と同様に送信すべき矩形波のデジタル信号が送信アンテナ34に供給される。

#### [第4実施例]

本実施例に係る無線通信システムは、送信側では、送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行い、スペクトラム拡散した拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の矩形波信号を発生させて送信し、受信側では、受信信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行い、逆拡散した信号のピークを検出してデジタル信号を復元する。これにより、本実施例では、搬送波を用いずにデジタル信号を送受信する。以下、本実施例について図面を参照して説明する。

図11は、本発明の第4実施例に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。図11において、無線通信システムは、無線送信機5と無線受信機6とから構成されている。無線送信機5は、拡散符号発生器111、乗算器112、信号発生手段113、パワーアンプ114および送信アンテナ115を備えてい

る。一方、無線受信機 6 は、受信アンテナ 1 2 1、ローノイズアンプ (LNA) 1 2 2、逆拡散手段 1 2 3 およびピーク検出器 1 2 4 を備えている。本実施例では、拡散符号発生器 1 1 1 と乗算器 1 1 2 と信号発生手段 1 1 3 とが符号化器を構成し、逆拡散手段 1 2 3 とピーク検出器 1 2 4 とが復号化器を構成している。

以下、信号の流れとともに、この無線通信システムの動作について説明する。図 1 1 において送信すべきデジタル信号 (ベースバンド信号)  $I_N$  は、乗算器 1 1 2 に入力される。一方、拡散符号発生器 1 1 1 は、拡散符号を発生する。乗算器 1 1 2 は、入力されたデジタル信号  $I_N$  と拡散符号とを乗算することで、デジタル信号  $I_N$  を直接スペクトラム拡散する。すなわち、拡散符号発生器 1 1 1 と乗算器 1 1 2 とは、送信すべきデジタル信号  $I_N$  に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段として機能する。この直接スペクトラム拡散により、デジタル信号  $I_N$  が広帯域に拡散させられる。

乗算器 1 1 2 から出力された拡散信号は、信号発生手段 1 1 3 に供給される。信号発生手段 1 1 3 は、拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の矩形波信号を発生する。この信号発生手段 1 1 3 としては、微分演算器、ハイパスフィルタやバンドパスフィルタなどが挙げられる。ハイパスフィルタやバンドパスフィルタを用いる場合には、受動素子を用いる構成の他、デジタルフィルタによる信号処理によって微分演算を行った結果を出力する構成などが挙げられる。いずれにしても、拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の矩形波信号を発生する機能を有するものであれば、これらに特に限定されない。

信号発生手段 1 1 3 から出力される信号波形例を図 1 2 に示す。図 1 2 A に示した信号波形は信号発生手段 1 1 3 に入力される拡散信号の波形であり、図 1 2 B、図 1 2 C に示した信号波形は信号発生手段 1 1 3 から出力される信号の波形である。信号発生手段 1 1 3 は、拡散信号の立ち上がり立ち下がりに応じた矩形波信号を出力しているのがわかる。図 1 2 D は信号発生手段 1 1 3 に入力される拡散信号の周波数スペクトルを示し、図 1 2 E は信号発生手段 1 1 3 から出力される矩形波信号の周波数スペクトルを示している。拡散信号よりも狭い信号幅の矩形波信号を信号発生手段 1 1 3 から出力することにより、図 1 2 D に示す拡散

信号の周波数スペクトルに比べて、矩形波信号の周波数スペクトルのメインローブの分布が図 1 2 E に示すように高周波側に大きく広がっているのがわかる。したがって、送信すべき拡散信号のチップレートがそれほど高くない場合には、信号発生手段 1 1 3 を用いて図 1 2 のように拡散信号の立ち上がり立ち下がりに対応した矩形波信号を生成することにより、高周波側まで信号電力を広げより効率的に信号電力を送信することが可能となる。

パワーアンプ 1 1 4 は、信号発生手段 1 1 3 から出力された矩形波信号を増幅し、送信アンテナ 1 1 5 は、パワーアンプ 1 1 4 によって増幅された信号を無線送信する。

本実施例においても第 1 実施例と同様に、必ずしもパワーアンプ 1 1 4 は必要ではない。また、パワーアンプ 1 1 4 を必要とする場合でも、第 1 実施例と同様にデジタル信号の信号振幅をデジタル信号のまま大きくするものをパワーアンプとして用いることで、送信機側ではアナログ回路を必要としない構成にすることが可能であり、送信機設計の簡易化、低コスト化が図れる。いずれにせよ本実施例においても、第 1 実施例と同様に送信すべき矩形波のデジタル信号が送信アンテナ 1 1 5 に供給される。

図 1 1 の無線送信機 5 の A 点（乗算器 1 1 2 の入力）、B 点（乗算器 1 1 2 の出力）、C 点（信号発生手段 1 1 3 の出力）における代表的な信号波形を図 1 3、図 1 4 に示す。図 1 4 は図 1 3 の信号波形の P 3 の部分を拡大して示したものである。図 1 3、図 1 4 の縦軸は信号強度、横軸は時間である。なお、図 1 3、図 1 4 は、PN 3 1 の拡散符号を用いてデジタル信号 IN の 1 0 0 倍のチップレートで拡散し、また信号発生手段 1 1 3 として微分演算器を用いた場合の信号波形を示している。

図 1 3 A、図 1 4 A に示す信号が送信すべきデジタル信号 IN である。図 1 3 B、図 1 4 B に示す信号は、デジタル信号 IN を拡散符号により拡散した後の拡散信号である。図 1 3 C、図 1 4 C に示す信号は、拡散信号を微分処理した後のインパルス状のパルス信号である。図 1 4 C によれば、C 点では、B 点の拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の矩形波信号が得られていることが分かる。

このように、B点の拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じたインパルス状のパルス信号が得られており、微分演算器が信号発生手段113として機能していることが分かる。

以上のとおり、本実施例の無線送信機5は、搬送波、特にアナログの高周波キャリアを用いることなく送信すべき拡散信号の立ち上がり立ち下がりに応じた矩形波信号を送信する。このため、無線送信機5は、電圧制御発信器（VCO）や乗算器などの、搬送波を発生する回路や搬送波に変復調を施す回路を必要としない。

次に、無線受信機6側について説明する。送信アンテナ115から送信された信号は、受信アンテナ121により受信され、LNA122により増幅され、逆拡散手段123に供給される。

逆拡散手段123は、LNA122から出力されたインパルス信号に対して、無線送信機5のスペクトラム拡散に対応する逆拡散を行い、ピーク検出器124に逆拡散した信号を供給する。逆拡散を行う場合、逆拡散手段123に入力された信号の符号位相同期をとって逆拡散を行う同期方式と、符号位相同期をとらずに逆拡散を行う非同期方式とがあるが、本実施例では同期方式の逆拡散手段123を用いることとする。同期方式の逆拡散手段としては各種遅延ロックループ（DLL）を利用したものが一般的であるが、逆拡散手段123は特にこれらに限定されない。

ピーク検出器124は、逆拡散手段123の出力信号のピークを検出して、デジタル信号（ベースバンド信号）を復元する。

図11の無線受信機6のD点（逆拡散手段123の出力）、E点（ピーク検出器124の出力）における代表的な信号波形を図15、図16に示す。図16は図15の信号波形のP4の部分拡大して示したものである。逆拡散手段123により逆拡散したD点の信号は、図15A、図16Aに示すように、送信されたデジタル信号のハイ（HIGH）、ロウ（LOW）に応じたピーク信号となる。ピーク検出器124では、このD点の信号を受けてピーク検出し、図15B、図16Bに示すように、送信されたデジタル信号を復元する。

以上のとおり、無線受信機6は、搬送波、特にアナログの高周波キャリアを用

いることなく送信されたデジタル信号を受信する。このため、無線受信機 6 は、VCO や乗算器などの、搬送波を発生する回路や搬送波に復調を施す回路を必要としない。

以下、このように搬送波を用いることなく無線通信できる理由について説明する。無線通信で伝送できるのは交流成分のみであり、直流成分は伝送できない。このため、直流成分付近に電力スペクトルのピークがあるベースバンド信号を無線伝送するのは難しく、そのため通常は高周波キャリアを変調するといった操作が行われる。

これに対して、本実施例の無線通信システムでは、送信すべきデジタル信号 IN を直接スペクトラム拡散することによって高周波まで拡散させ、拡散信号からインパルス状の矩形波信号を生成することによって、高周波信号を効率的に送信する構成とした。直接スペクトラム拡散方式では、逆拡散後の希望波受信電力と干渉波電力との比 (S I 比) が、所要の受信誤り率を得るために必要な S I 比より大きければ通信可能となる。したがって、送受信可能な周波数帯域は使用するアンテナの帯域によるが、必要な S I 比が確保されれば、電力スペクトルのメインローブすべてを送受信する必要はなく、本実施例のように比較的高周波側の拡散信号スペクトルのみを送受信する場合であっても通信可能である。

具体的には、3 MHz の拡散信号に対しその 100 分の 1 の信号幅の矩形波信号を発生する信号発生手段を用いればその信号電力スペクトルは直流から 300 MHz まで広がる。例えば 100 MHz から 300 MHz までの広帯域アンテナを使用すればこの拡散信号スペクトルの送受信が可能となる。もしくは、300 MHz のチップレートの拡散符号を用いて 1 MHz のベースバンド信号を拡散した場合、拡散後の信号の電力スペクトルのメインローブは直流 (DC) から 300 MHz まで広がる。信号発生手段 113 として 100 MHz 以上の通過帯域を持つデジタルのハイパスフィルタを用いた場合、信号発生手段 113 を通過した拡散信号スペクトルのメインローブは 100 MHz から 300 MHz までにほぼ収まるので、広帯域アンテナを使用すれば、この拡散信号スペクトルの送受信が可能となる。この結果、本実施例においては搬送波を用いない無線通信が可能となっている。

以上のとおり、本実施例によれば、送信すべきデジタル信号 I N を直接拡散して矩形波信号を発生することによりパルス伝送通信を可能とし、搬送波を用いずに無線通信することとしているので、搬送波の発生に必要な VCO やアップコンバージョンおよびダウンコンバージョンに必要な乗算器といったアナログの高周波回路が不要となり、システムを構成する無線送信機 5 および無線受信機 6 のハードウェア量を大幅に削減することができ、システムの簡易化、低コスト化、低消費電力化が可能となる。

さらに、本実施例では、拡散符号を用いての多重化が可能であり、無線通信システムの多チャンネル化が可能となる。また、より広帯域の拡散信号を送受信することにより、長距離化、高ビットレート化を図ることができ、スペクトラム拡散通信と同様にマルチパス耐性等の効果を得ることができる。また、特に無線送信機 5 については、デジタル信号処理がメインとなるため、アナログ回路を大幅に削減でき、大幅な低コスト化、低消費電力化を図ることができる。

本実施例に関わる無線通信システムは第 2 実施例と同様の効果を持ち、さらに次の効果も有する。すなわち、信号発生手段を用いることにより、効率的に高周波信号成分を送信することができるようになる。

#### [第 5 実施例]

次に、本発明の第 5 実施例について説明する。本実施例に係る無線通信システムは、上記第 4 実施例に係る無線通信システムと無線送信機 5 の構成は同じであるが、無線受信機の構成が異なる。以下、図面を用いて本実施例について説明するが、第 4 実施例と共通する部分については説明を省略する。

図 17 は、本実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。前述のとおり、無線送信機 5 については第 4 実施例と同じ構成のため、図 17 では記載を省略した。

本実施例の無線受信機 7 は、受信アンテナ 131、ローノイズアンプ (LNA) 132、信号再生手段 133 および逆拡散手段 134 を備えている。本実施例では、信号再生手段 133 と逆拡散手段 134 とが復号化器を構成している。

無線送信機 5 から送信された信号は、受信アンテナ 131 により受信され、LNA 132 により増幅され、信号再生手段 133 に供給される。信号再生手段 1



33は、LNA132から出力されたインパルス状のパルス信号を検出し、無線送信機5の信号発生手段によって処理される前の矩形波状の拡散信号を再生して、逆拡散手段134に供給する。この信号再生手段133としては、マッチトフィルタ、オペアンプによる積分回路、コンパレータなどが挙げられる。マッチトフィルタに関しては、受動素子を用いる構成の他、CCDやアナログ信号処理あるいはデジタル信号処理によって演算を行った結果を出力する構成などが挙げられる。いずれにしても、インパルス状の信号を受けて拡散信号を再生するものであればこれらに特に限定されない。

逆拡散手段134は、信号再生手段133から出力された拡散信号に対して、無線送信機5のスペクトラム拡散に対応する逆拡散を行いデジタル信号（ベースバンド信号）を復元する。逆拡散を行う場合、逆拡散手段134に入力された拡散信号の符号位相同期をとって逆拡散を行う同期方式と、符号位相同期をとらずに逆拡散を行う非同期方式とがあるが、本実施例では同期方式の逆拡散手段を用いることとする。同期方式の逆拡散手段としては各種遅延ロックループ（DLL）を利用したものが一般的であるが、逆拡散手段134は特にこれらに限定されない。

図17の無線受信機7のF点（信号再生手段133の出力）、G点（逆拡散手段134の出力）における代表的な信号波形を図18、図19に示す。図19は図18の信号波形のP5の部分を拡大して示したものである。信号再生手段133がインパルス状の無線信号を検知して再生処理を行うことにより図18A、図19Aに示す拡散信号が得られ、逆拡散手段134がこの拡散信号を受けて逆拡散を行うことにより図18B、図19Bに示すデジタル信号が復元される。受信アンテナ131で受信した信号は図11のC点に示すようにインパルス信号が位相変調されたものと見なすことができるため、信号再生手段133はインパルス信号のピーク値の極性を検知して、ハイ（HIGH）またはロウ（LOW）の信号を出力する機能を有するものであればよい。

図20A、図20B、図20C、図20D、図20Eに信号再生手段133の構成例を示す。信号再生手段133は、例えばマッチトフィルタ1331とピーク検出器1332とから構成される（図20A）。マッチトフィルタを用いる場

合、無線送信機 5 から送信されるインパルス状の信号の形状に対応したマッチトフィルタを用いることにより、受信アンテナ 1 3 1 で受信した信号の中からインパルス信号を選択的に検知することが可能である。そして、マッチトフィルタ 1 3 3 1 から出力された信号のピークをピーク検出器 1 3 3 2 により検出することで、矩形波状の拡散信号を再生することが可能となる。

図 2 0 B に示すように、信号再生手段 1 3 3 をマッチトフィルタ 1 3 3 1 と積分器 1 3 3 3 とから構成し、マッチトフィルタ 1 3 3 1 から出力された信号を積分器 1 3 3 3 により積分演算することによって拡散信号を再生することも可能である。

また、図 2 0 C に示すように、信号再生手段 1 3 3 をマッチトフィルタ 1 3 3 1 とコンパレータ 1 3 3 4 とから構成し、マッチトフィルタ 1 3 3 1 から出力された信号をコンパレータ 1 3 3 4 により 2 値化することによって拡散信号を再生することも可能である。

また、図 2 0 D に示すように、信号再生手段 1 3 3 を乗算器 1 3 3 5 と 1 ビットカウンタ 1 3 3 6 とから構成し、LNA 1 3 2 から出力された信号を乗算器 1 3 3 5 により包絡線検波し、包絡線検波した信号を 1 ビットカウンタ 1 3 3 6 でカウントすることによって拡散信号を再生することも可能である。乗算器 1 3 3 5 の二乗検波による包絡線検波では、LNA 1 3 2 の出力信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてパルスが生成される。LNA 1 3 2 の出力信号には、立ち上がり、立ち下がりが必ず交互に現れるので、包絡線検波したパルスとパルスの間をハイ (High) またはロウ (Low) のレベルで固定すれば、拡散信号を復元することができる。1 ビットカウンタ 1 3 3 6 は、乗算器 1 3 3 5 からパルスが出力される度に、ハイまたはロウを出力する。

さらに、図 2 0 E に示すように、信号再生手段 1 3 3 をダイオード 1 3 3 7 と 1 ビットカウンタ 1 3 3 6 とから構成し、LNA 1 3 2 から出力された信号をダイオード 1 3 3 7 により包絡線検波し、包絡線検波した信号を 1 ビットカウンタ 1 3 3 6 でカウントすることによって拡散信号を再生することも可能である。いずれにしても同等の機能を有するものであれば、これらに特に限定されない。

以上のとおり、本実施例の無線受信機 7 は、第 4 実施例と同様に、搬送波、特

にアナログの高周波キャリアを用いることなく送信されたデジタル信号を受信する。このため、無線受信機 7 は、VCO や乗算器などの、搬送波を発生する回路や搬送波に復調を施す回路を必要としない。

本実施例では、前記第 4 実施例と同様の効果を奏する。さらに、本実施例では、送信されたインパルス状の信号から矩形波状の拡散信号を再生して逆拡散する構成としているため、インパルス状の信号を直接逆拡散する場合に比べて、逆拡散復調が容易になる特徴を持つ。

なお、逆拡散復調することによるプロセスゲインがあるため、信号再生手段 1 3 3 から出力される拡散信号に誤りが多少含まれていたり、拡散信号が完全な矩形波状の信号でなかったりしても、通信は可能である。

#### [第 6 実施例]

次に、本発明の第 6 実施例について説明する。本実施例に係る無線通信システムは、上記第 4 実施例に係る無線通信システムと無線送信機 5 の構成は同じであるが、無線受信機の構成が異なる。以下、図面を用いて本実施例について説明するが、第 4 実施例と共通する部分については説明を省略する。

図 2 1 は、本実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。前述のとおり、無線送信機 5 については第 4 実施例と同じ構成のため、図 2 1 では記載を省略した。

本実施例の無線受信機 8 は、受信アンテナ 1 4 1、ローノイズアンプ (LNA) 1 4 2、信号再生手段 1 4 3、逆拡散手段 1 4 4 およびピーク検出器 1 4 5 を備えている。本実施例では、信号再生手段 1 4 3 と逆拡散手段 1 4 4 とピーク検出器 1 4 5 とが復号化器を構成している。

無線送信機 5 から送信された信号は、受信アンテナ 1 4 1 により受信され、LNA 1 4 2 により増幅され、信号再生手段 1 4 3 に供給される。

信号再生手段 1 4 3 は、第 5 実施例の信号再生手段 1 3 3 と同様に LNA 1 4 2 の出力信号から、無線送信機 5 の信号発生手段によって処理される前の矩形波状の拡散信号を再生して、逆拡散手段 1 4 4 に供給する。

逆拡散手段 1 4 4 は、信号再生手段 1 4 3 から出力された拡散信号に対して、無線送信機 5 のスペクトラム拡散に対応する逆拡散を行い、逆拡散した信号をピ

ーク検出器 1 4 5 に供給する。逆拡散を行う場合、逆拡散手段 1 4 4 に入力された拡散信号の符号位相同期をとって逆拡散を行う同期方式と、符号位相同期をとらずに逆拡散を行う非同期方式とがあるが、本実施例では非同期方式の逆拡散手段を用いることとする。非同期方式の逆拡散手段としては S A W デバイスによるマッチトフィルタのような受動素子を用いる構成の他、C C D やアナログ信号処理あるいはデジタル信号処理によるマッチトフィルタによる構成や、図 5 に示した構成が挙げられるが、非同期で逆拡散復調が可能なものであればこれらに特に限定されない。

ピーク検出器 1 4 5 は、逆拡散手段 1 4 4 の出力信号のピークを検出して、デジタル信号（ベースバンド信号）を復元する。

図 2 1 の無線受信機 8 の H 点（信号再生手段 1 4 3 の出力）、I 点（逆拡散手段 1 4 4 の出力）、J 点（ピーク検出器 1 4 5 の出力）における代表的な信号波形を図 2 2、図 2 3 に示す。図 2 3 は図 2 2 の信号波形の P 6 の部分を拡大して示したものである。信号再生手段 1 4 3 がインパルス状の無線信号を検知して再生処理を行うことにより図 2 2 A、図 2 3 A に示す拡散信号が得られ、非同期式の逆拡散手段 1 4 4 がこの拡散信号を受けて逆拡散を行うことにより図 2 2 B、図 2 3 B に示すようにデジタル信号の一部が再生される。ピーク検出器 1 4 5 では、逆拡散後の信号を受けてピーク検出し、図 2 2 C、図 2 3 C に示すデジタル信号を復元する。

以上のとおり、本実施例の無線受信機 8 は、第 4 実施例と同様に、搬送波、特にアナログの高周波キャリアを用いることなく送信されたデジタル信号を受信する。このため、無線受信機 8 は、V C O や乗算器などの、搬送波を発生する回路や搬送波に復調を施す回路を必要としない。

本実施例では、前記第 5 実施例と同様の効果を奏する。さらに、本実施例では、非同期で逆拡散する構成としているため、同期型の逆拡散手段に比べてハードウェア量を削減することができ、低消費電力化が図れるという特徴を有する。

#### [第 7 実施例]

次に、本発明の第 7 実施例について説明する。本実施例に係る無線通信システムは、上記第 4 実施例に係る無線通信システムと無線送信機 5 の構成は同じであ

るが、無線受信機の構成が異なる。以下、図面を用いて本実施例について説明するが、第4実施例と共通する部分については説明を省略する。

図24は、本実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。前述のとおり、無線送信機5については第4実施例と同じ構成のため、図24では記載を省略した。

本実施例の無線受信機9は、受信アンテナ151、ローノイズアンプ（LNA）152、逆拡散手段153、積分手段154およびピーク検出器155を備えている。本実施例では、逆拡散手段153と積分手段154とピーク検出器155とが復号化器を構成している。

無線送信機5から送信された信号は、受信アンテナ151により受信され、LNA152により増幅され、逆拡散手段153に供給される。

逆拡散手段153は、LNA152から出力された信号に対して、無線送信機5のスペクトラム拡散に対応する逆拡散を行い、逆拡散した信号を積分手段154に供給する。逆拡散を行う場合、逆拡散手段153に入力された拡散信号の符号位同期をとって逆拡散を行う同期方式と、符号位同期をとらずに逆拡散を行う非同期方式とがあるが、本実施例では非同期方式の逆拡散手段を用いることとする。非同期方式の逆拡散手段としてはSAWデバイスによるマッチトフィルタのような受動素子を用いる構成の他、CCDやアナログ信号処理あるいはデジタル信号処理によるマッチトフィルタによる構成や、図5に示した構成が挙げられるが、非同期で逆拡散復調が可能なものであればこれらに特に限定されない。

積分手段154は、逆拡散手段153により逆拡散された信号を積分し、この積分した信号をピーク検出器155に供給する。この積分手段154としては、マッチトフィルタを用いる構成や、オペアンプによる積分演算を行う構成、コンパレータ回路を用いる構成などが挙げられる。マッチトフィルタに関しては、受動素子を用いる構成の他、CCDやアナログ信号処理あるいはデジタル信号処理によって積分演算を行った結果を出力する構成などが挙げられるが、特にこれらに限定されない。

ピーク検出器155は、積分手段154の出力信号のピークを検出して、デジタル信号（ベースバンド信号）を復元する。

図 2 4 の無線受信機 9 の K 点（逆拡散手段 1 5 3 の出力）、L 点（積分手段 1 5 4 の出力）、M 点（ピーク検出器 1 5 5 の出力）における代表的な信号波形を図 2 5、図 2 6 に示す。図 2 6 は図 2 5 の信号波形の P 7 の部分を拡大して示したものである。非同期式の逆拡散手段 1 5 3 がインパルス状の無線信号に対して逆拡散を行うことにより、逆拡散手段 1 5 3 から図 2 5 A、図 2 6 A に示すようなインパルス状の信号が、送信されたデジタル信号のハイ（H i g h）、로우（L o w）に応じて位相変調されて出力される。積分手段 1 5 4 は、このインパルス状の信号の位相を検出し、検出した位相に応じたピーク信号を図 2 5 B、図 2 6 B のように出力する。そして、ピーク検出器 1 5 5 は、このピーク信号を検出し、検出したピークを基に図 2 5 C、図 2 6 C に示すデジタル信号を復元する。

以上のとおり、本実施例の無線受信機 9 は、第 4 実施例と同様に、搬送波、特にアナログの高周波キャリアを用いることなく送信されたデジタル信号を受信する。このため、無線受信機 9 は、VCO や乗算器などの、搬送波を発生する回路や搬送波に復調を施す回路を必要としない。

本実施例では、前記第 6 実施例と同様の効果を奏する。

#### [第 8 実施例]

次に、本発明の第 8 実施例について説明する。本実施例に係る無線通信システムは、上記第 4 実施例に係る無線通信システムと無線送信機 5 の構成は同じであるが、無線受信機の構成が異なる。以下、図面を用いて本実施例について説明するが、第 4 実施例と共通する部分については説明を省略する。

図 2 7 は、本実施例に係る無線通信システムの無線受信機の構成を示すブロック図である。前述のとおり、無線送信機 5 については第 4 実施例と同じ構成のため、図 2 7 では記載を省略した。

本実施例の無線受信機 1 0 は、受信アンテナ 1 6 1、ローノイズアンプ（L N A）1 6 2、逆拡散手段 1 6 3 およびピーク検出器 1 6 4 を備えている。本実施例では、逆拡散手段 1 6 3 とピーク検出器 1 6 4 とが復号化器を構成している。

拡散信号を送信アンテナから直接送信する場合、または拡散信号の立ち上がり立ち下がりに応じた信号を発生してアンテナから送信する場合は、拡散信号の高周波成分を送信アンテナから送信していることになる。このとき、送信された信

号を第7実施例の無線受信機9で受信して逆拡散を施すと、図25A、図26Aに示したようになる。直流成分が伝搬されないことによる影響として、逆拡散手段153の出力には、送信信号のハイ（High）、ロウ（Low）によらずに、ある値を中心として上下にピークが現れるようになる。第7実施例で説明したとおり、逆拡散手段153の出力信号は送信データのハイ、ロウに応じて位相が反転するので、この出力信号の位相を判別することにより通信は可能である。

ただし、第7実施例では、逆拡散後の信号の位相を判別するための積分手段154が必要になる。また、逆拡散手段153から出力されるピーク信号の幅は、拡散信号のチップレートが高速になると狭くなってくる。したがって、図25A、図26Aに示した信号の位相を判別することは、チップレートが高速になると困難になる。

本実施例は、逆拡散処理をする際の拡散符号系列にある変換を施すことにより、第7実施例の問題点を解決するものである。以下、拡散符号系列に施す変換について説明する。

拡散信号をS、拡散符号をC、拡散信号Sと拡散符号Cとの相関値をPとすると、相関値Pは次式のようになる。

$$\begin{aligned}
 P &= C_1 \cdot S_1 + C_2 \cdot S_2 + \dots + C_{31} \cdot S_{31} \\
 &= C_1 \cdot \sum_{i=-\infty}^1 \Delta S_i + C_1 \cdot \sum_{i=-\infty}^2 \Delta S_i + \dots + C_{31} \cdot \sum_{i=-\infty}^{31} \Delta S_i \\
 &= (C_1 + C_2 + \dots + C_{31}) \cdot \sum_{i=-\infty}^0 \Delta S_i \\
 &\quad + (C_1 + C_2 + \dots + C_{31}) \cdot \Delta S_1 \\
 &\quad + (C_2 + \dots + C_{31}) \cdot \Delta S_2 \\
 &\quad + \dots \\
 &\quad + (C_{31}) \cdot \Delta S_{31} \\
 &= \sum_k C_k \cdot S_0 + \sum_{k=1}^{31} \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^{31} C_r \right) \quad \dots (1)
 \end{aligned}$$

拡散信号Sの高周波成分を無線通信する操作は、拡散信号Sを微分演算（差分変調）した信号を無線通信することと同等である。式（1）は拡散符号Cの符号長が31の場合であり、 $\Delta S$ は拡散信号Sを微分演算（差分変調）した信号である。

ここで、 $\sum_k C_k$  は拡散符号Cの性質によりほぼ0であるから、相関値Pはおおよそ下記のようになる。

$$P \approx \sum_{k=1}^{31} \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^{31} C_r \right) \quad \dots (2)$$

一般的には、拡散符号Cの符号長をMとすると、下記のようになる。

$$P \approx \sum_{k=1}^M \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^M C_r \right) \quad \dots (3)$$

つまり、式(3)を満たす拡散符号Cを用いて、拡散信号の高周波成分 $\Delta S$ との相関値演算を行えば、相関値ピーク信号を得ることができる。

図28は、本実施例の逆拡散手段163の構成例を示すブロック図である。図28の例は、拡散符号Cの符号長Mが7の場合の構成例である。図28の逆拡散手段163は、LNA162から入力された拡散信号の高周波成分 $\Delta S$ を拡散信号の拡散に用いたクロックと同じ周波数の第1のクロックf1に同期してデジタル信号に変換するコンパレータ回路631と、コンパレータ回路631の出力信号を前記第1のクロックf1の1周期から(N-1)周期(Nは2以上の整数)までそれぞれ遅延させたN-1個の信号を出力するN-1個の遅延回路632a～632gと、拡散符号Cを発生する拡散符号発生回路633と、遅延回路632a～632gから出力された信号と拡散符号発生回路633から出力された拡散符号Cとを対応する信号毎に乗算するN個の乗算器634a～634gと、乗算器634a～634gの各出力信号を加算する加算器635とから構成される。

コンパレータ回路631は、入力された信号のレベルを所定のしきい値に基づいて第1のクロックf1の周期毎に判定し、拡散信号をハイまたはロウの1ビットデジタルデータに変換して出力する。遅延回路632aは、コンパレータ回路631の出力信号をクロックf1の1周期分だけ遅延させて遅延回路632bおよび乗算器634aに出力する。遅延回路632b～632fの動作も同様である。遅延回路632gは、遅延回路632fの出力信号をクロックf1の1周期分だけ遅延させて乗算器634gに出力する。

一方、拡散符号発生回路633は、拡散符号Cを発生する。送信側で拡散に用



いた拡散符号系列を {1, 0, 0, 1, 1, 1, 0} とすると、逆拡散時に用いる拡散符号系列は、式 (3) から計算して {-1, 0, 1, 2, 1, 0, 1} となる。遅延回路 632 a ~ 632 g から出力された信号と拡散符号発生回路 633 から出力された拡散符号 C とは、乗算器 634 a ~ 634 g により対応する信号毎に乗算され、各乗算器 634 a ~ 634 g の乗算結果が加算器 635 により加算されて出力される。

ピーク検出器 164 は、加算器 635 の出力信号のピークを検出することにより、ベースバンド信号を出力する。

送信すべき拡散信号 S と、図 27 の無線受信機 10 の Q 点 (受信信号) と K 点 (逆拡散手段 163 の出力) における代表的な信号波形を図 29 に示す。図 29 A に示す拡散信号 S をアンテナから送信した結果、無線受信機 10 のアンテナ 161 で受信する信号は図 29 B のようになり、逆拡散手段 163 が図 29 B の信号を逆拡散すると、図 29 C のような信号が得られる。図 29 C によれば、図 25 A、図 26 A とは異なり、中心値から上側のみに正のピーク信号が得られているのがわかる。

図 30 は、図 29 よりも時間間隔を長くした例である。図 30 A は、送信すべきデータ信号 (ベースバンド信号) IN の信号波形図であり、図 30 B は、無線受信機 10 の K 点 (逆拡散手段 163 の出力) の信号波形図である。

以上のように、本実施例によれば、式 (3) を満たす拡散符号 C を用いることにより、送信信号のハイ (High)、ロウ (Low) に応じた極性のピーク信号を得ることができる。その結果、本実施例では、逆拡散後の信号の位相を判別するための積分手段を用いる必要がなく、拡散信号のチップレートが高速の場合でもベースバンド信号を復調することができる。

なお、本実施例の逆拡散手段 163 のコンパレータ回路 631 および遅延回路 632 a ~ 632 g の代わりに、第 1 のクロック f1 に同期して順次サンプル保持動作を行うサンプルホールド回路を用いるようにしてもよい。

#### [第 9 実施例]

次に、本発明の第 9 実施例について説明する。第 2 実施例 ~ 第 8 実施例では、例えば直流から 300 MHz までの拡散信号スペクトルのメインローブのうち、

100 MHz から 300 MHz までの帯域を送信するようにしていた。第2実施例～第8実施例の送信信号スペクトルは図10に示したとおりである。

これに対して、本実施例では、拡散したチップレートの周波数帯域の  $n$  ( $n$  は 2 以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを信号発生手段 113 から出力して送信する。本実施例の送信信号スペクトルを図31に示す。図31の例では、チップレートの2次高調波帯域 (300～600 MHz) のみを送信している。図31の帯域BAのように拡散信号スペクトルの谷の部分の帯域を送信すると、電波法等の法規による送信出力規制に適合する範囲で送信出力を大きくしようとする効率が悪くなる。本実施例では、 $n$  次高調波帯域の信号のみを送信することにより、送信出力規制に則った効率のよい送信を行うことができる。

本発明は、電磁波によってデジタル信号を送受する無線通信に適用できる。

## 請 求 の 範 囲

### 1. 無線送信機と無線受信機とを備え、

前記無線送信機は、送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手段と、この符号化手段により符号化された信号を送信する送信アンテナとを有し、

前記無線受信機は、前記送信された信号を受信する受信アンテナと、この受信アンテナで受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って前記デジタル信号を復元する復号化手段とを有し、

搬送波を用いずに通信を行うことを特徴とする無線通信システム。

### 2. 請求の範囲第1項記載の無線通信システムにおいて、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号を直流成分を含まない符号を用いて符号化することを特徴とする無線通信システム。

### 3. 請求の範囲第1項記載の無線通信システムにおいて、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行い、このスペクトラム拡散させた信号を前記送信アンテナに出力する拡散手段を備え、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手段を備えることを特徴とする無線通信システム。

### 4. 請求の範囲第3項記載の無線通信システムにおいて、

前記拡散符号は、直流成分を含まないことを特徴とする無線通信システム。

### 5. 請求の範囲第1項記載の無線通信システムにおいて、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散さ

れた信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えることを特徴とする無線通信システム。

6. 請求の範囲第1項記載の無線通信システムにおいて、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手段と、この信号再生手段から出力された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手段とを備えることを特徴とする無線通信システム。

7. 請求の範囲第1項記載の無線通信システムにおいて、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手段と、この信号再生手段から出力された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えることを特徴とする無線通信システム。

8. 請求の範囲第1項記載の無線通信システムにおいて、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号を積分する積分手段と、この積分手段から出力された信号のピークを検

出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えることを特徴とする無線通信システム。

9. 請求の範囲第1項記載の無線通信システムにおいて、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備え、

前記復号化手段は、微分演算された拡散信号に対応する拡散符号を用いて、前記受信アンテナで受信された信号の逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えることを特徴とする無線通信システム。

10. 請求の範囲第9項記載の無線通信システムにおいて、

前記微分演算された拡散信号を $\Delta S$ 、この拡散信号 $\Delta S$ に対応する拡散符号を $C$ 、拡散信号 $\Delta S$ と拡散符号 $C$ との相関値を $P$ 、拡散符号 $C$ の符号長を $M$ とすると、

$$P \approx \sum_{k=1}^M \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^M C_r \right) \quad \text{が成立することを特徴とする無線通信システム。}$$

11. 請求の範囲第5項記載の無線通信システムにおいて、

前記信号発生手段は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数)次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信システム。

12. 請求の範囲第6項記載の無線通信システムにおいて、

前記信号発生手段は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数)次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信システム。

13. 請求の範囲第7項記載の無線通信システムにおいて、

前記信号発生手段は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数)次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信システム。

14. 請求の範囲第8項記載の無線通信システムにおいて、

前記信号発生手段は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数)次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信システム。

15. 請求の範囲第9項記載の無線通信システムにおいて、

前記信号発生手段は、拡散したチップレート $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信システム。

16. 送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手段と、

この符号化手段により符号化された信号を送信する送信アンテナとを有し、搬送波を用いずに前記デジタル信号を送信することを特徴とする無線送信機。

17. 請求の範囲第16項記載の無線送信機において、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号を直流成分を含まない符号を用いて符号化することを特徴とする無線送信機。

18. 請求の範囲第16項記載の無線送信機において、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行い、このスペクトラム拡散させた信号を前記送信アンテナに出力する拡散手段を備えることを特徴とする無線送信機。

19. 請求の範囲第18項記載の無線送信機において、

前記拡散符号は、直流成分を含まないことを特徴とする無線送信機。

20. 請求の範囲第16項記載の無線送信機において、

前記符号化手段は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手段と、この拡散手段によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生し、このインパルス状の信号を前記送信アンテナに出力する信号発生手段とを備えることを特徴とする無線送信機。

21. 請求の範囲第20項記載の無線送信機において、

前記信号発生手段は、拡散したチップレート $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線送信機。

22. 送信すべきデジタル信号を符号化して搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信する無線受信機であって、

前記送信された信号を受信する受信アンテナと、

この受信アンテナで受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って前記デジタル信号を復元する復号化手段とを有することを特徴とする無線受

信機。

23. 請求の範囲第22項記載の無線受信機において、

前記復号化手段は、直流成分を含まない符号を用いた符号化に対応する復号化を行うことを特徴とする無線受信機。

24. 請求の範囲第22項記載の無線受信機において、

前記無線受信機は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散させた信号を搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信するものであり、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手段を備えることを特徴とする無線受信機。

25. 請求の範囲第24項記載の無線受信機において、

前記拡散符号は、直流成分を含まないことを特徴とする無線受信機。

26. 請求の範囲第22項記載の無線受信機において、

前記無線受信機は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信するものであり、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段と備えることを特徴とする無線受信機。

27. 請求の範囲第22項記載の無線受信機において、

前記無線受信機は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信するものであり、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手段と、この信号再生手段から出力された拡散信号に対して前記

スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手段とを備えることを特徴とする無線受信機。

28. 請求の範囲第22項記載の無線受信機において、

前記無線受信機は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信するものであり、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手段と、この信号再生手段から出力された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えることを特徴とする無線受信機。

29. 請求の範囲第22項記載の無線受信機において、

前記無線受信機は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信するものであり、

前記復号化手段は、前記受信アンテナで受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段により逆拡散された信号を積分する積分手段と、この積分手段から出力された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えることを特徴とする無線受信機。

30. 請求の範囲第22項記載の無線受信機において、

前記無線受信機は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する無線送信機から信号を受信するものであり、

前記復号化手段は、微分演算された拡散信号に対応する拡散符号を用いて、前記受信アンテナで受信された信号の逆拡散を行う逆拡散手段と、この逆拡散手段



により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手段とを備えることを特徴とする無線受信機。

3 1. 請求の範囲第 3 0 項記載の無線受信機において、

前記微分演算された拡散信号を  $\Delta S$ 、この拡散信号  $\Delta S$  に対応する拡散符号を  $C$ 、拡散信号  $\Delta S$  と拡散符号  $C$  との相関値を  $P$ 、拡散符号  $C$  の符号長を  $M$  とすると、

$$P \approx \sum_{k=1}^M \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^M C_r \right) \quad \text{が成立することを特徴とする無線受信機。}$$

3 2. 送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手順と、この符号化手順で符号化された信号を送信する送信手順と、前記送信された信号を受信する受信手順と、この受信手順で受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って前記デジタル信号を復元する復号化手順とを備え、搬送波を用いずに通信を行うことを特徴とする無線通信方法。

3 3. 請求の範囲第 3 2 項記載の無線通信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号を直流成分を含まない符号を用いて符号化することを特徴とする無線通信方法。

3 4. 請求の範囲第 3 2 項記載の無線通信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手順を備え、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手順を備えることを特徴とする無線通信方法。

3 5. 請求の範囲第 3 4 項記載の無線通信方法において、

前記拡散符号は、直流成分を含まないことを特徴とする無線通信方法。

3 6. 請求の範囲第 3 2 項記載の無線通信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手順と、この拡散手順によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生する信号発生手順とを備え、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手順と、この逆拡散手順により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線通信方法。

37. 請求の範囲第32項記載の無線通信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手順と、この拡散手順によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生する信号発生手順とを備え、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手順と、この信号再生手順から出力された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手順とを備えることを特徴とする無線通信方法。

38. 請求の範囲第32項記載の無線通信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手順と、この拡散手順によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生する信号発生手順とを備え、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手順と、この信号再生手順から出力された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手順と、この逆拡散手順により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線通信方法。

39. 請求の範囲第32項記載の無線通信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手順と、この拡散手順によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生する信号発生手順とを備え、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号に対して前記スペクトラム

拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手順と、この逆拡散手順により逆拡散された信号を積分する積分手順と、この積分手順から出力された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線通信方法。

40. 請求の範囲第32項記載の無線通信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手順と、この拡散手順によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生する信号発生手順とを備え、

前記復号化手順は、微分演算された拡散信号に対応する拡散符号を用いて、前記受信手順で受信された信号の逆拡散を行う逆拡散手順と、この逆拡散手順により逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線通信方法。

41. 請求の範囲第40項記載の無線通信方法において、

前記微分演算された拡散信号を $\Delta S$ 、この拡散信号 $\Delta S$ に対応する拡散符号を $C$ 、拡散信号 $\Delta S$ と拡散符号 $C$ との相関値を $P$ 、拡散符号 $C$ の符号長を $M$ とすると、

$$P \approx \sum_{k=1}^M \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^M C_r \right) \quad \text{が成立することを特徴とする無線通信方法。}$$

42. 請求の範囲第36項記載の無線通信方法において、

前記信号発生手順は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信方法。

43. 請求の範囲第37項記載の無線通信方法において、

前記信号発生手順は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信方法。

44. 請求の範囲第38項記載の無線通信方法において、

前記信号発生手順は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信方法。

45. 請求の範囲第39項記載の無線通信方法において、

前記信号発生手順は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信方法。

46. 請求の範囲第40項記載の無線通信方法において、

前記信号発生手順は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線通信方法。

47. 送信すべきデジタル信号を符号化する符号化手順と、

この符号化された信号を送信する送信手順とを備え、

搬送波を用いずに前記デジタル信号を送信することを特徴とする無線送信方法。

48. 請求の範囲第47項記載の無線送信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号を直流成分を含まない符号を用いて符号化することを特徴とする無線送信方法。

49. 請求の範囲第47項記載の無線送信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に対して拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行い、このスペクトラム拡散させた信号を前記送信アンテナに出力する拡散手順を備えることを特徴とする無線送信方法。

50. 請求の範囲第49項記載の無線送信方法において、

前記拡散符号は、直流成分を含まないことを特徴とする無線送信方法。

51. 請求の範囲第47項記載の無線送信方法において、

前記符号化手順は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散を行う拡散手順と、この拡散手順によりスペクトラム拡散された拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生する信号発生手順とを備えることを特徴とする無線送信方法。

52. 請求の範囲第51項記載の無線送信方法において、

前記信号発生手順は、拡散したチップレートの $n$  ( $n$ は2以上の整数) 次高調波帯域のインパルス信号のみを出力することを特徴とする無線送信方法。

53. 送信すべきデジタル信号を符号化して搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信する無線受信方法であって、

前記送信された信号を受信する受信手順と、

この受信手順で受信された信号に対して前記符号化に対応する復号化を行って

前記デジタル信号を復元する復号化手順とを備えることを特徴とする無線受信方法。

54. 請求の範囲第53項記載の無線受信方法において、

前記復号化手順は、直流成分を含まない符号を用いた符号化に対応する復号化を行うことを特徴とする無線受信方法。

55. 請求の範囲第53項記載の無線受信方法において、

受信側は、前記送信すべきデジタル信号に拡散符号を乗じてスペクトラム拡散させた信号を搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信するものであり、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手順を備えることを特徴とする無線受信方法。

56. 請求の範囲第55項記載の無線受信方法において、

前記拡散符号は、直流成分を含まないことを特徴とする無線受信方法。

57. 請求の範囲第53項記載の無線受信方法において、

受信側は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信するものであり、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手順と、前記逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線受信方法。

58. 請求の範囲第53項記載の無線受信方法において、

無線側は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信するものであり、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手順と、前記再生された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行って前記デジタル信号を復元する逆拡散手順とを備えることを特徴とする無線受信方法。

59. 請求の範囲第53項記載の無線受信方法において、

受信側は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信するものであり、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号から前記拡散信号を再生する信号再生手順と、前記再生された拡散信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手順と、前記逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線受信方法。

60. 請求の範囲第53項記載の無線受信方法において、

受信側は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信するものであり、

前記復号化手順は、前記受信手順で受信された信号に対して前記スペクトラム拡散に対応する逆拡散を行う逆拡散手順と、前記逆拡散された信号を積分する積分手順と、前記積分された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線受信方法。

61. 請求の範囲第53項記載の無線受信方法において、

受信側は、前記送信すべきデジタル信号をスペクトラム拡散させた拡散信号の立ち上がりおよび立ち下がりに応じてインパルス状の信号を発生させてインパルス状の信号を搬送波を用いずに送信する送信側から信号を受信するものであり、

前記復号化手順は、微分演算された拡散信号に対応する拡散符号を用いて、前記受信手順で受信された信号の逆拡散を行う逆拡散手順と、前記逆拡散された信号のピークを検出して前記デジタル信号を復元するピーク検出手順とを備えることを特徴とする無線受信方法。

62. 請求の範囲第61項記載の無線受信方法において、

前記微分演算された拡散信号を $\Delta S$ 、この拡散信号 $\Delta S$ に対応する拡散符号を $C$ 、拡散信号 $\Delta S$ と拡散符号 $C$ との相関値を $P$ 、拡散符号 $C$ の符号長を $M$ とすると、

$$P \approx \sum_{k=1}^M \left( \Delta S_k \cdot \sum_{r=k}^M C_r \right) \quad \text{が成立することを特徴とする無線受信方法。}$$

図 1

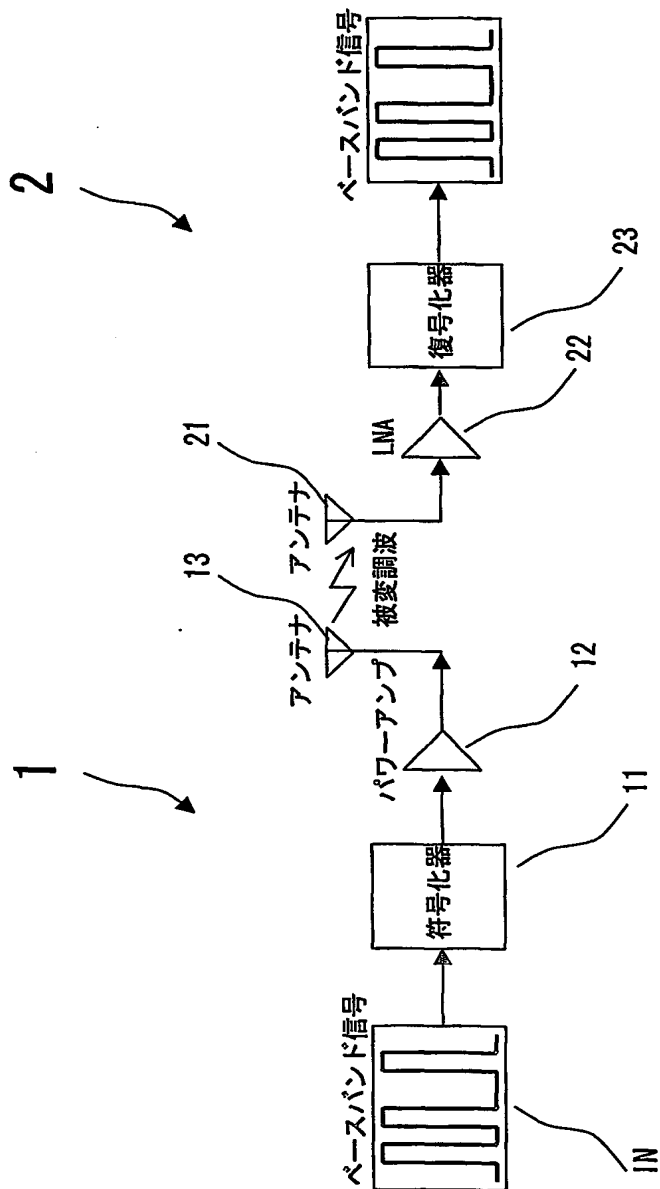




図 2

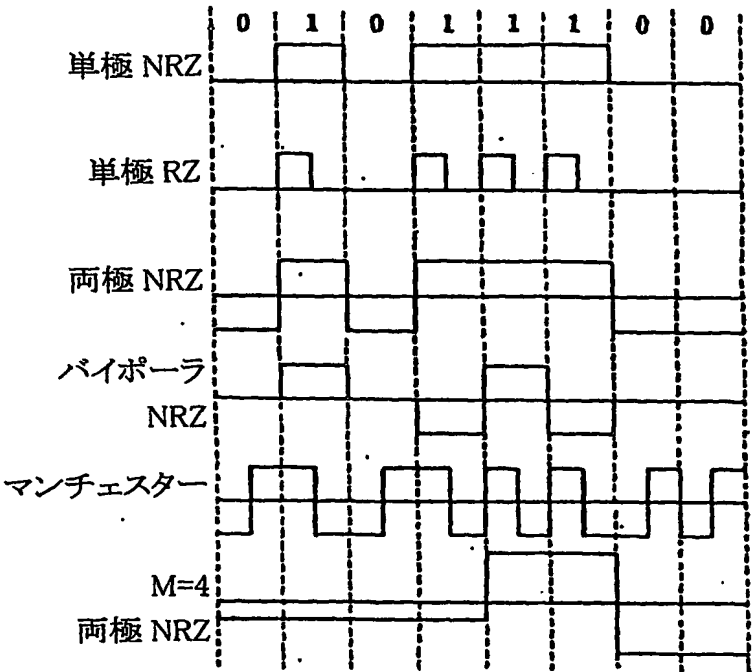


図 3

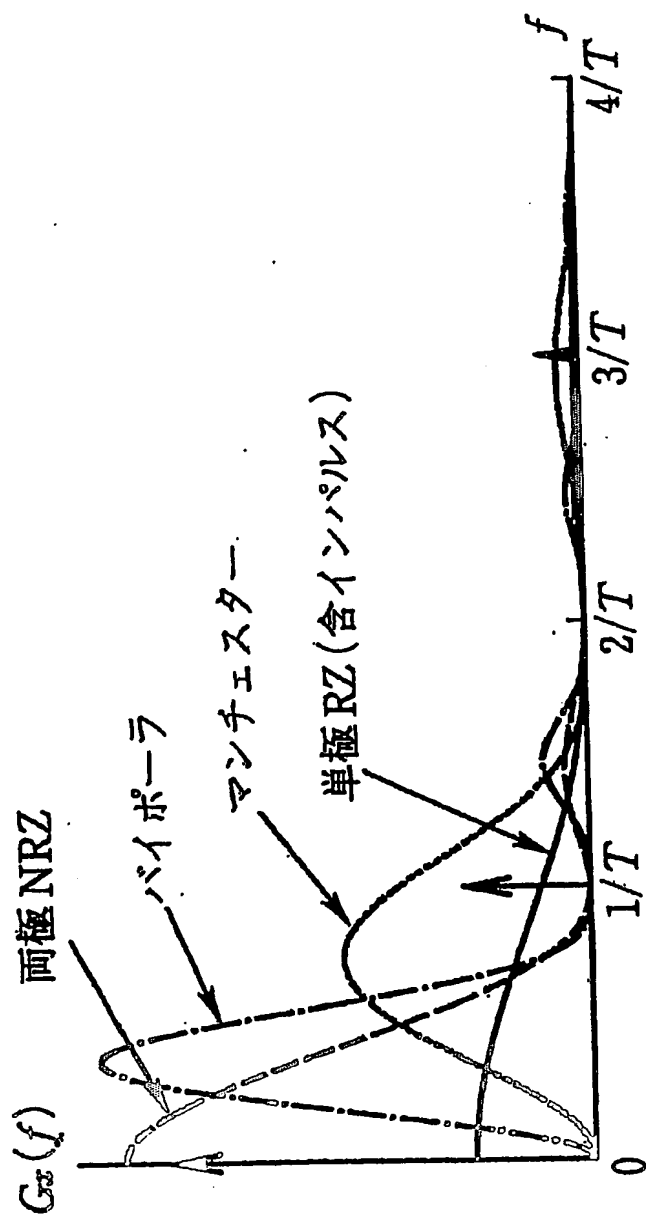


図 4

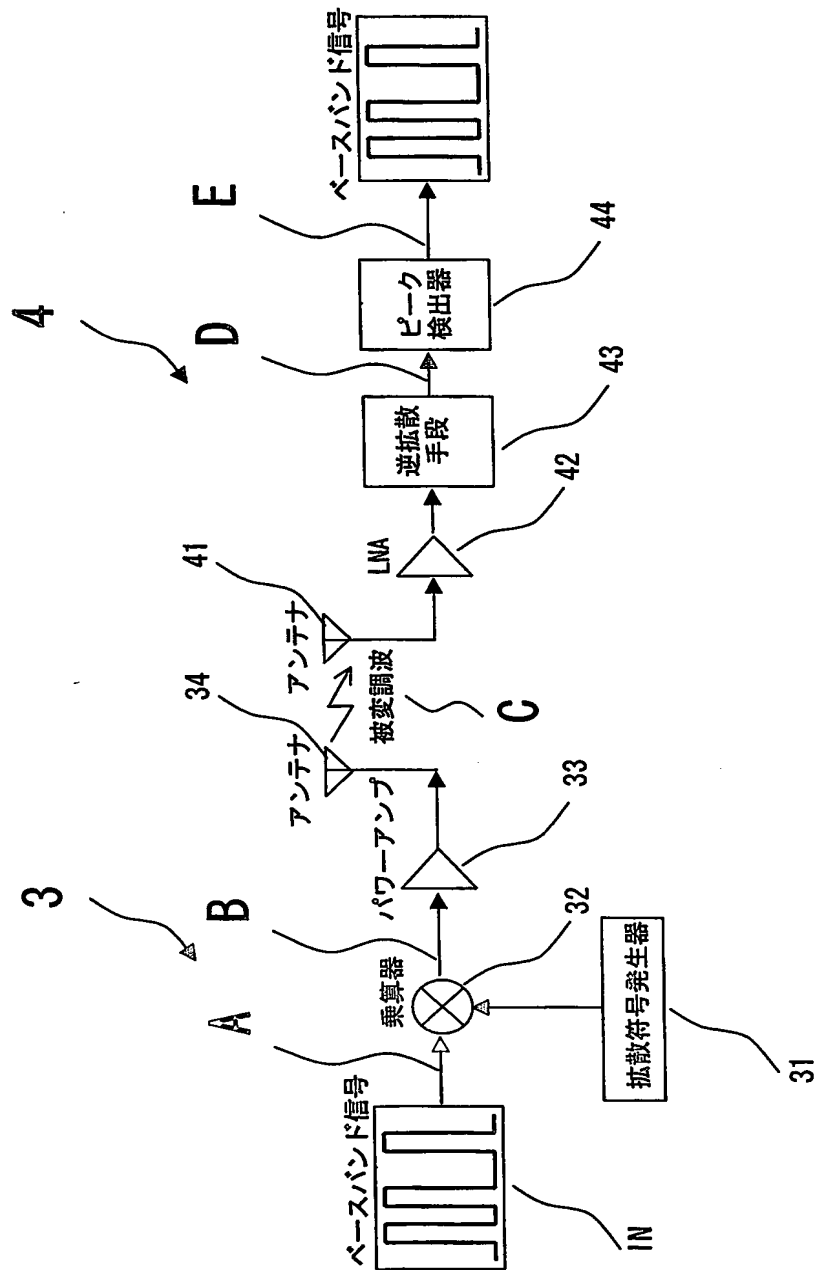
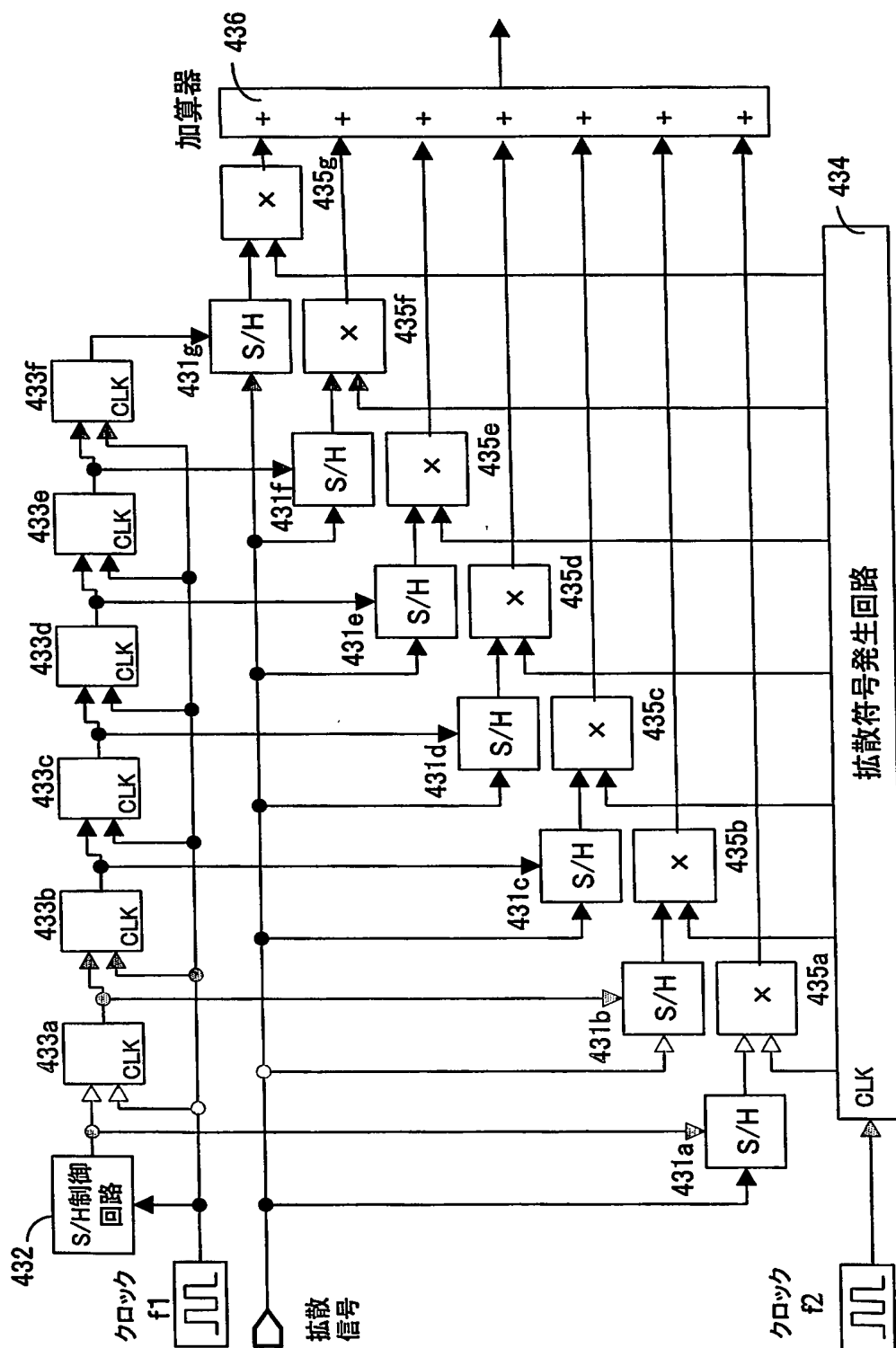
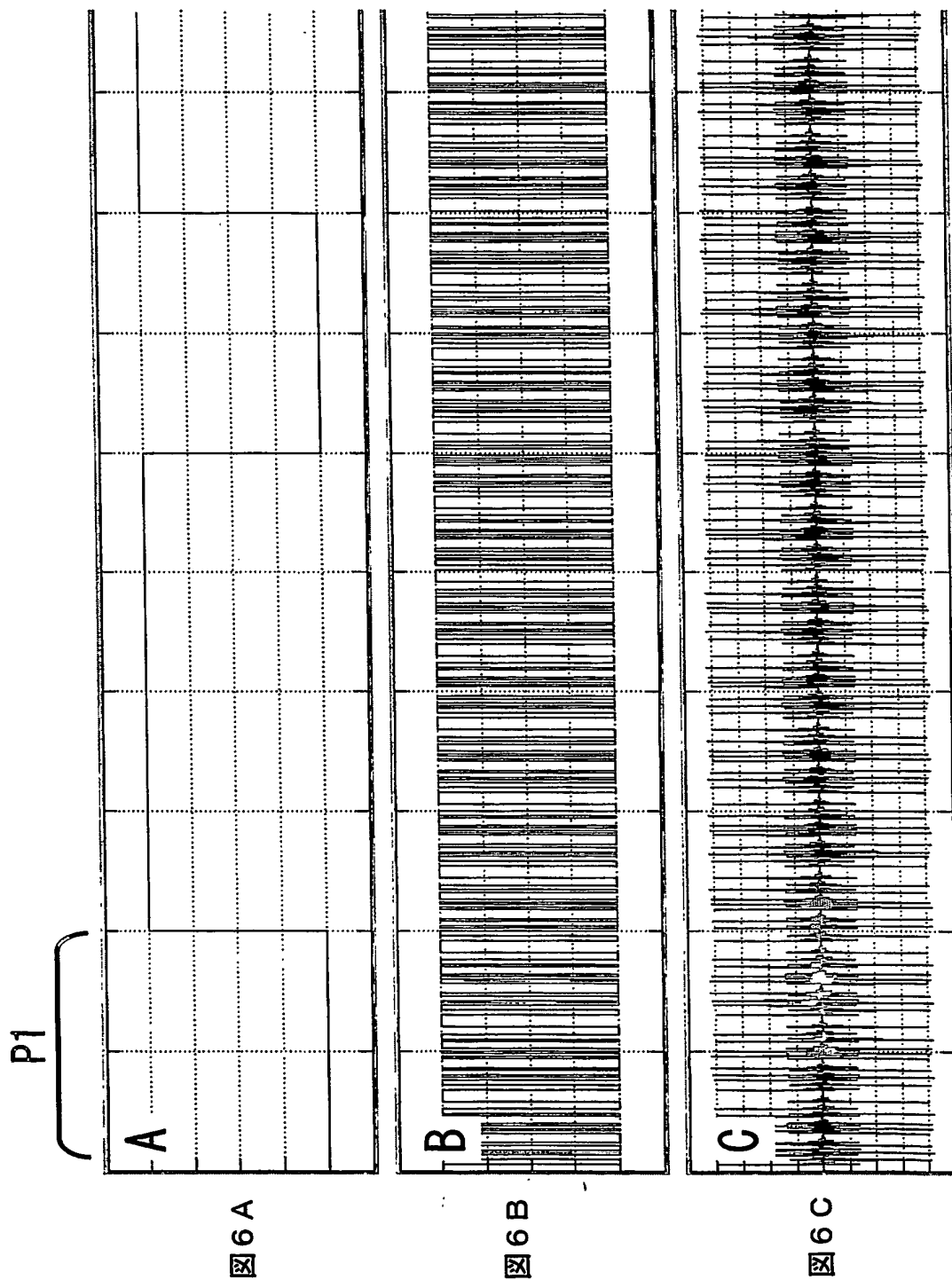
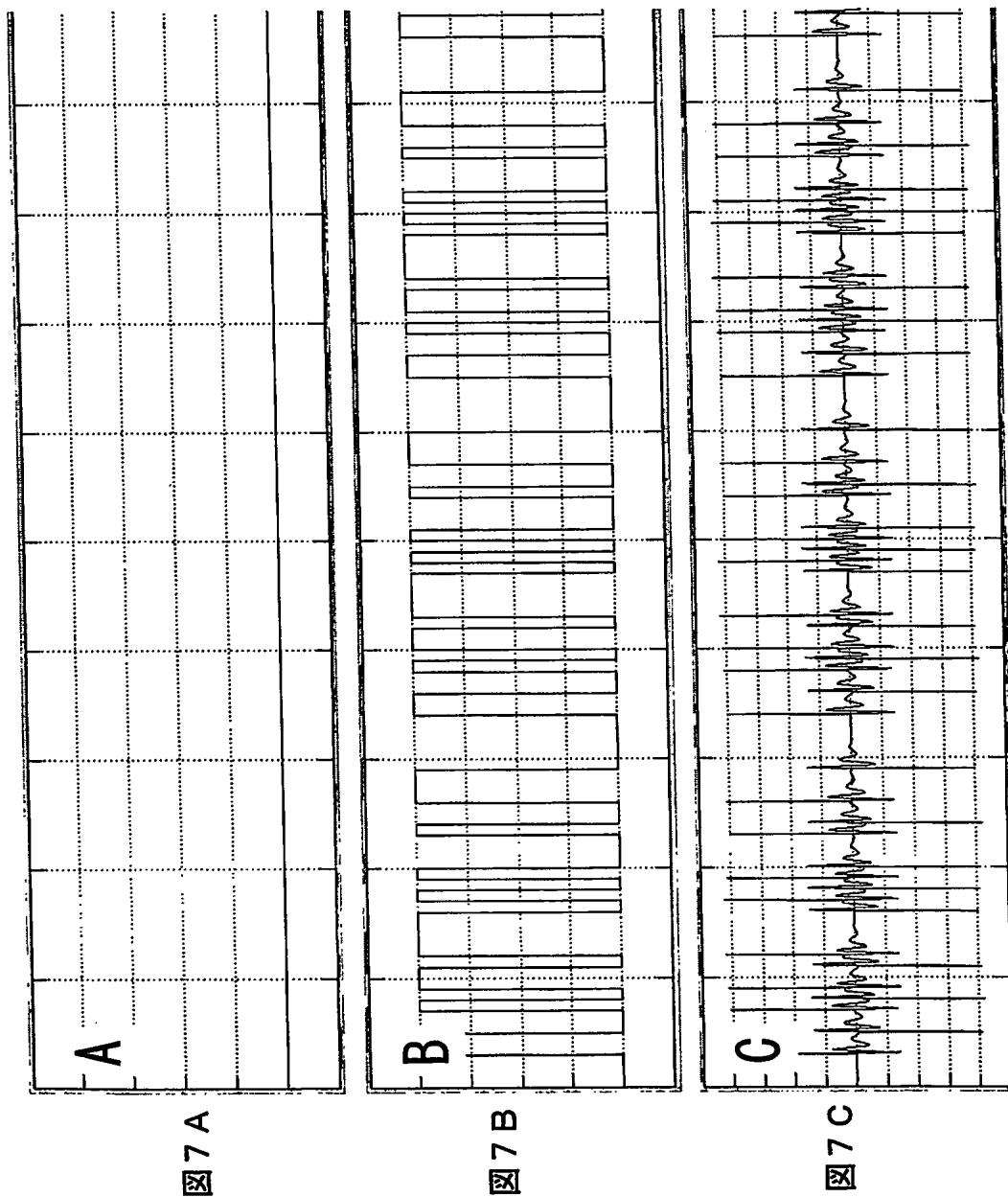
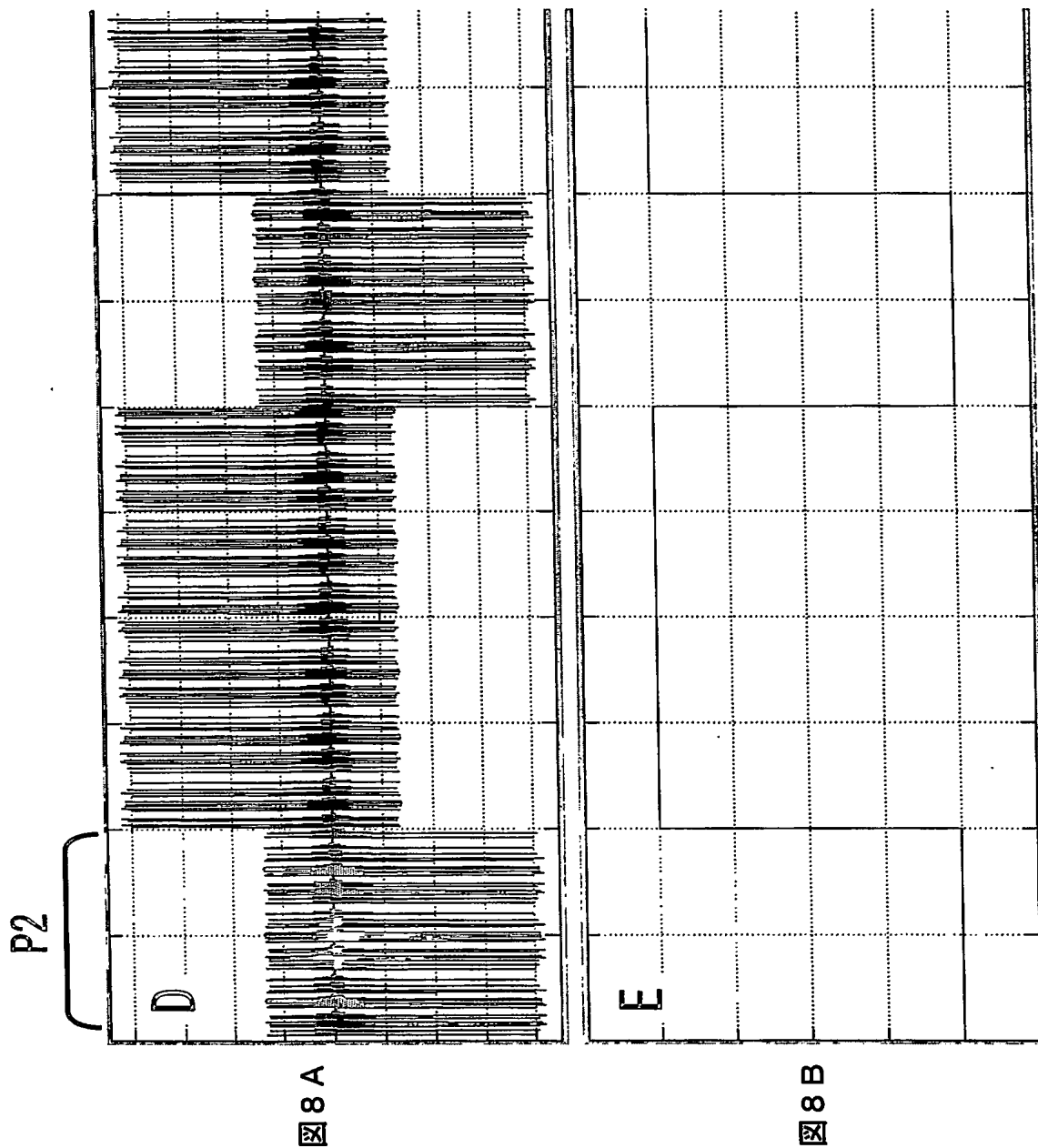


図 5









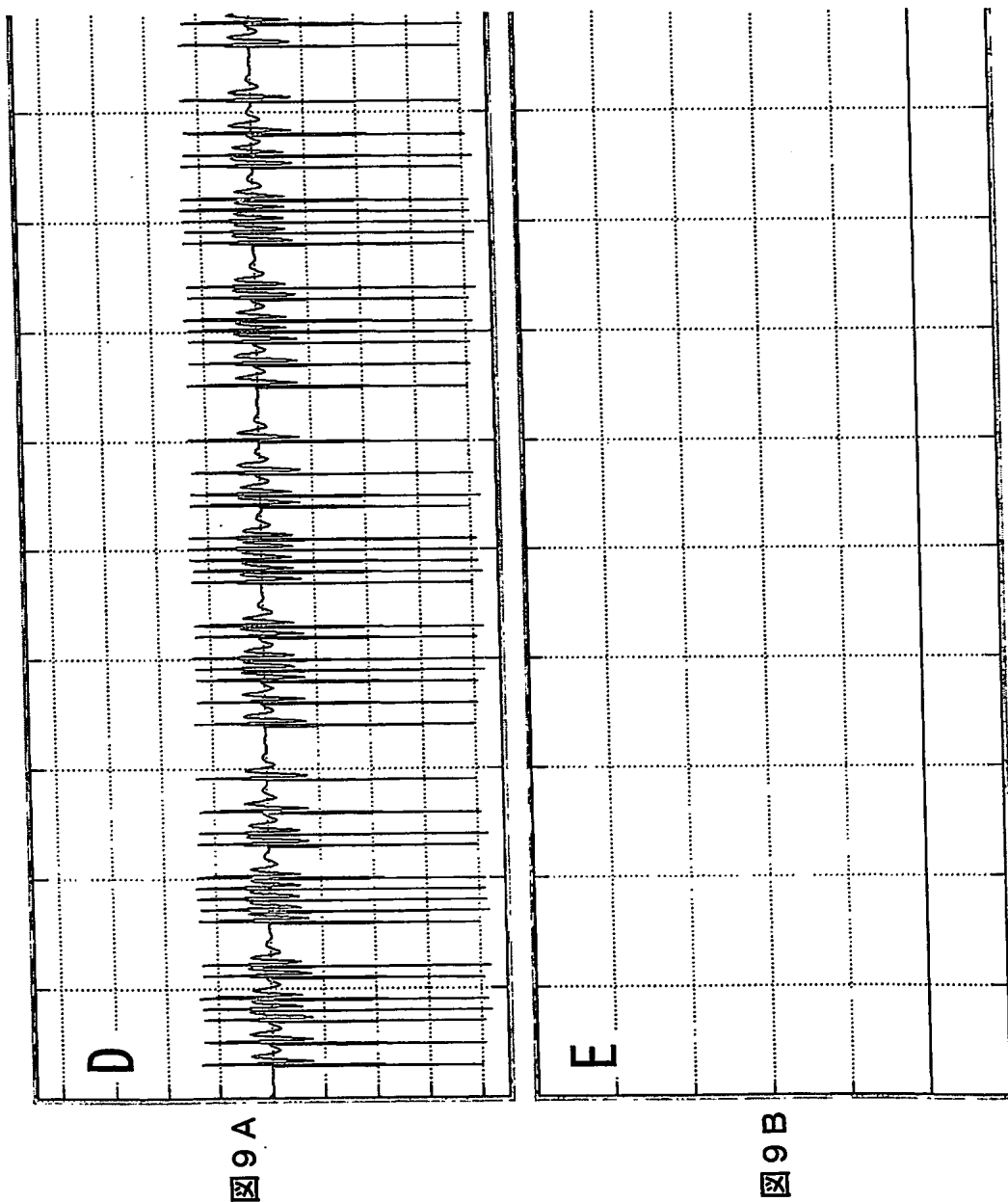




図 10

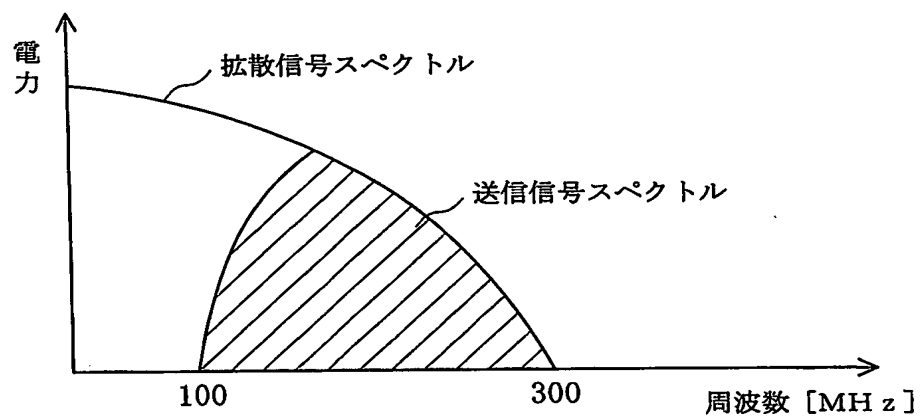
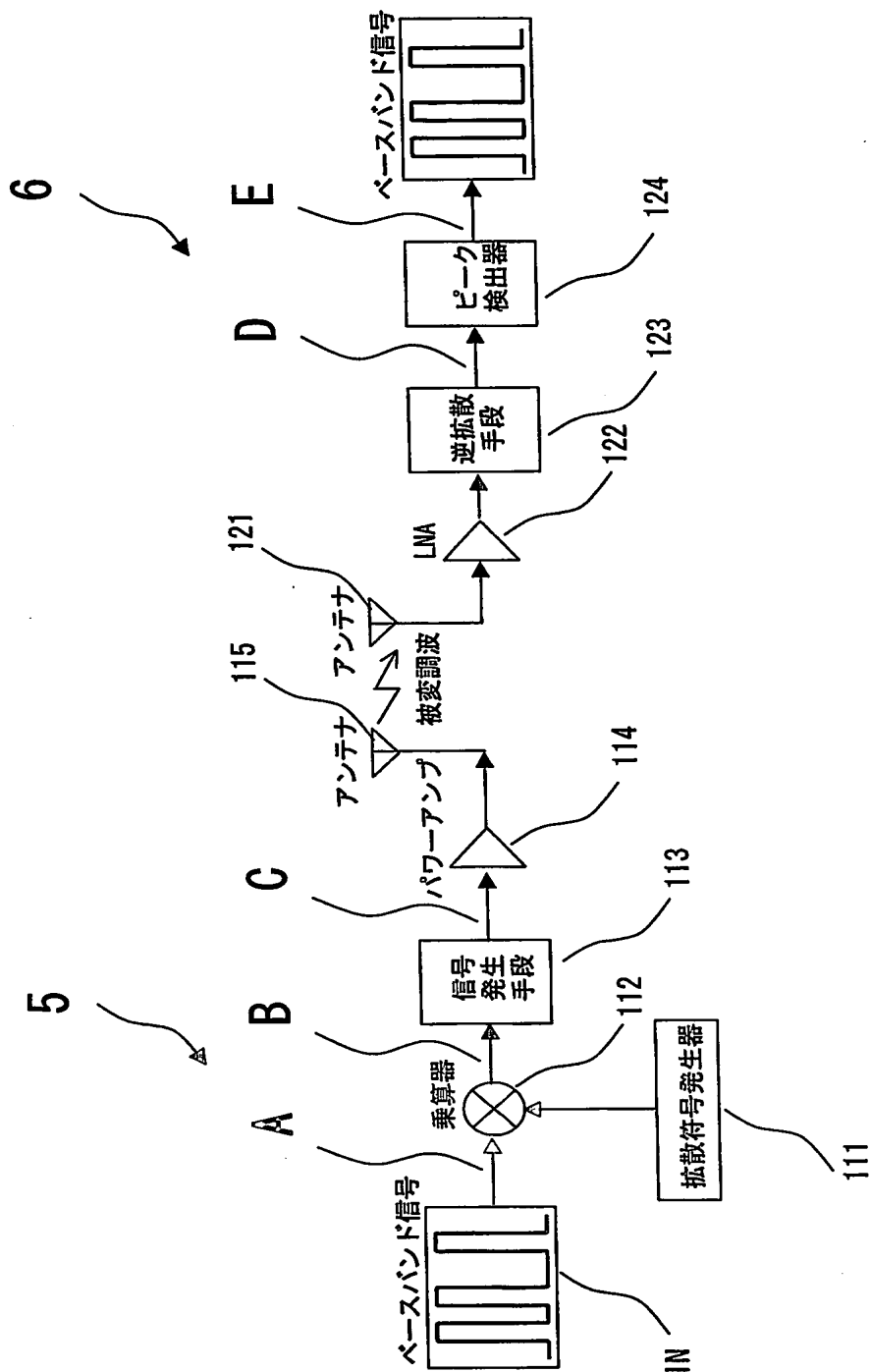


図 11



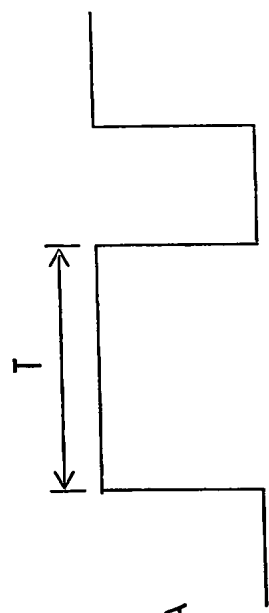


图 12 A

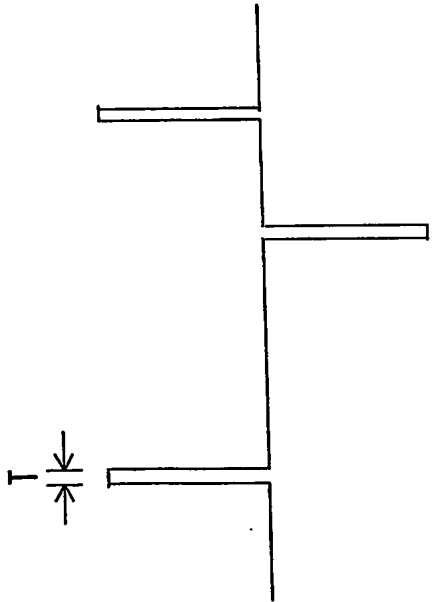


图 12 B

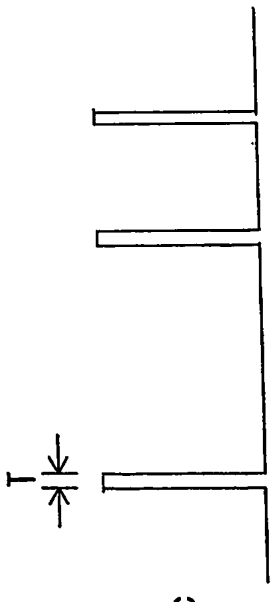


图 12 C

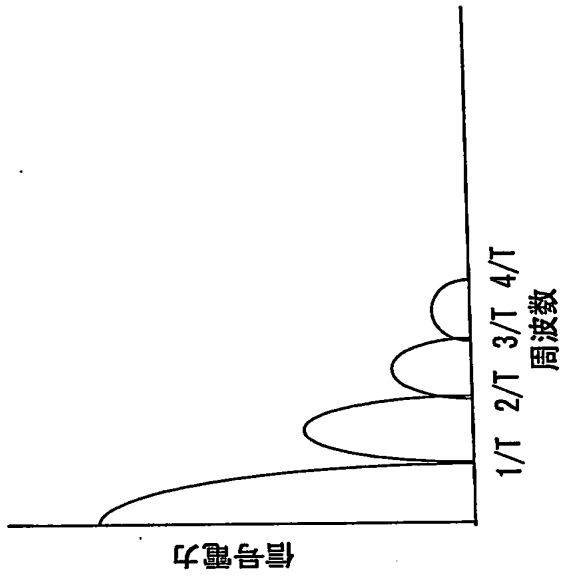


图 12 D

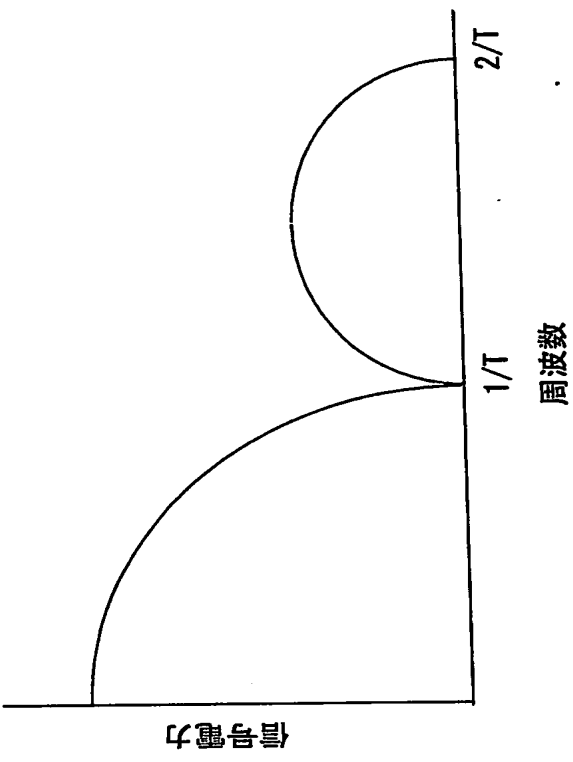
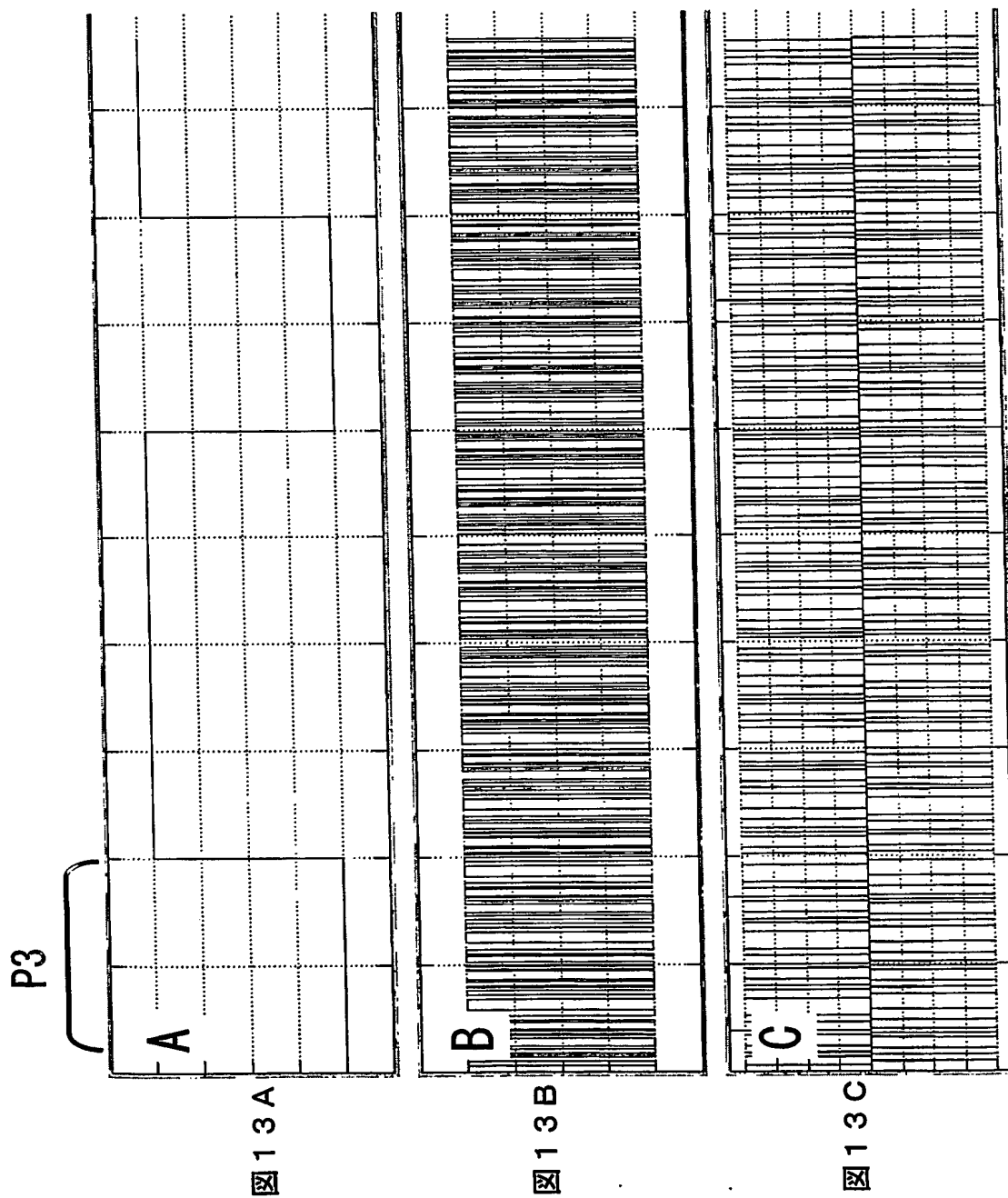
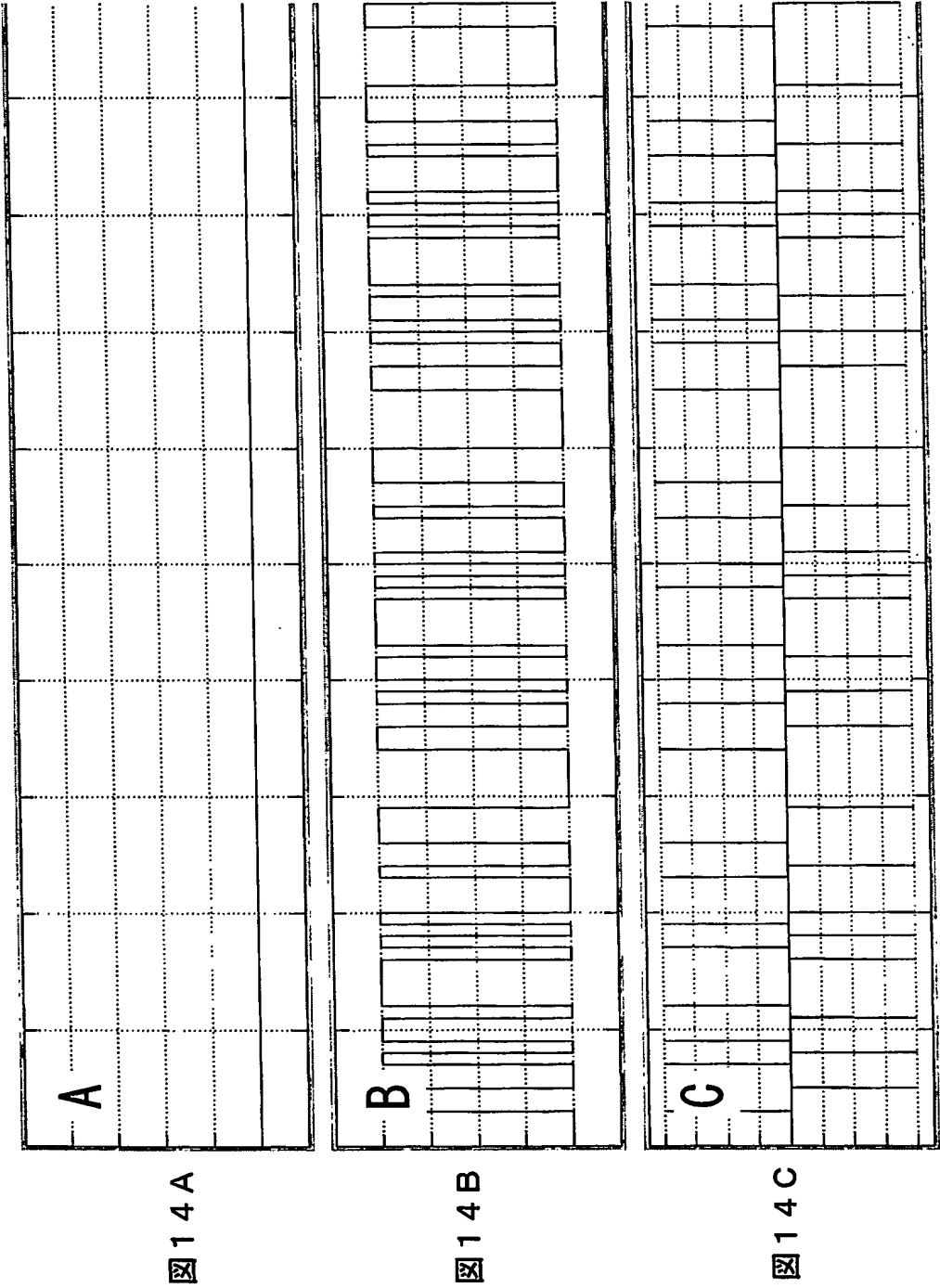


图 12 E





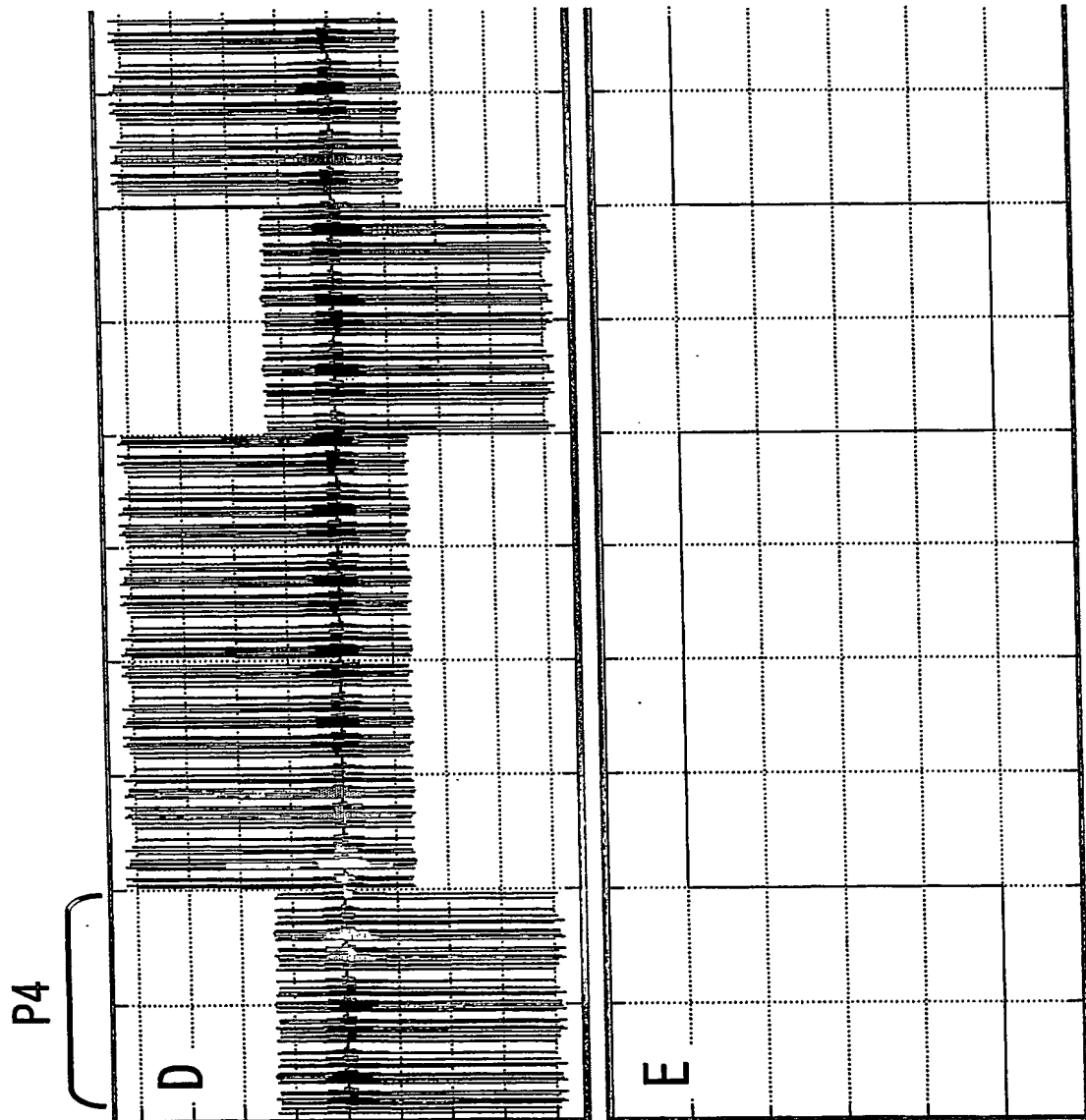


図 15 A

図 15 B

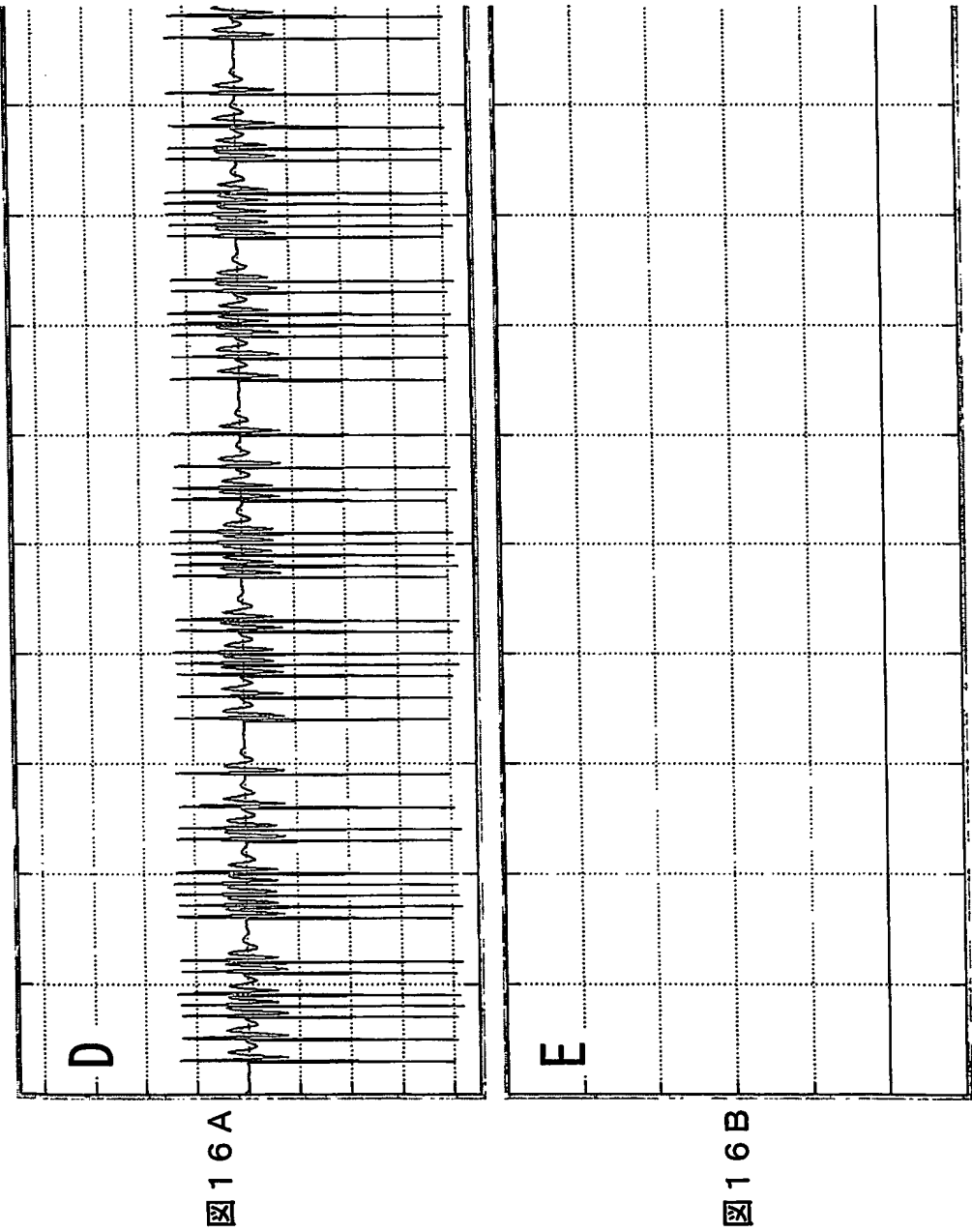
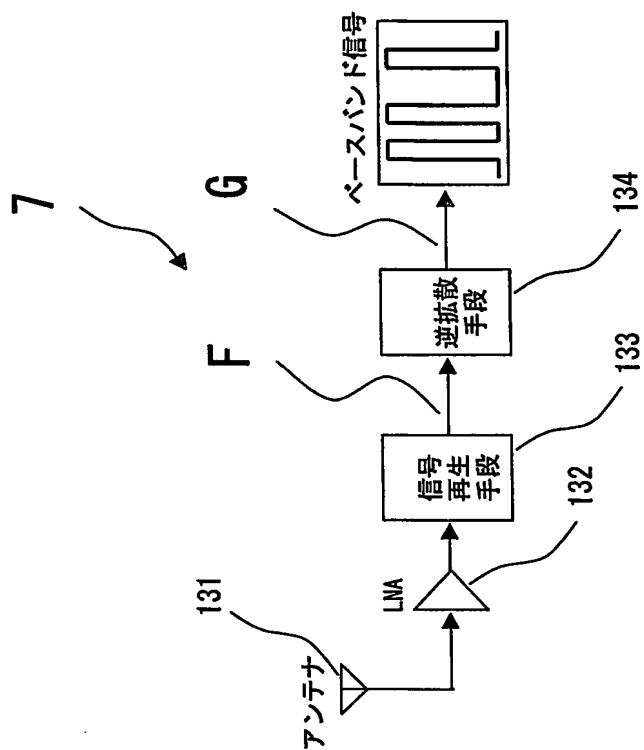


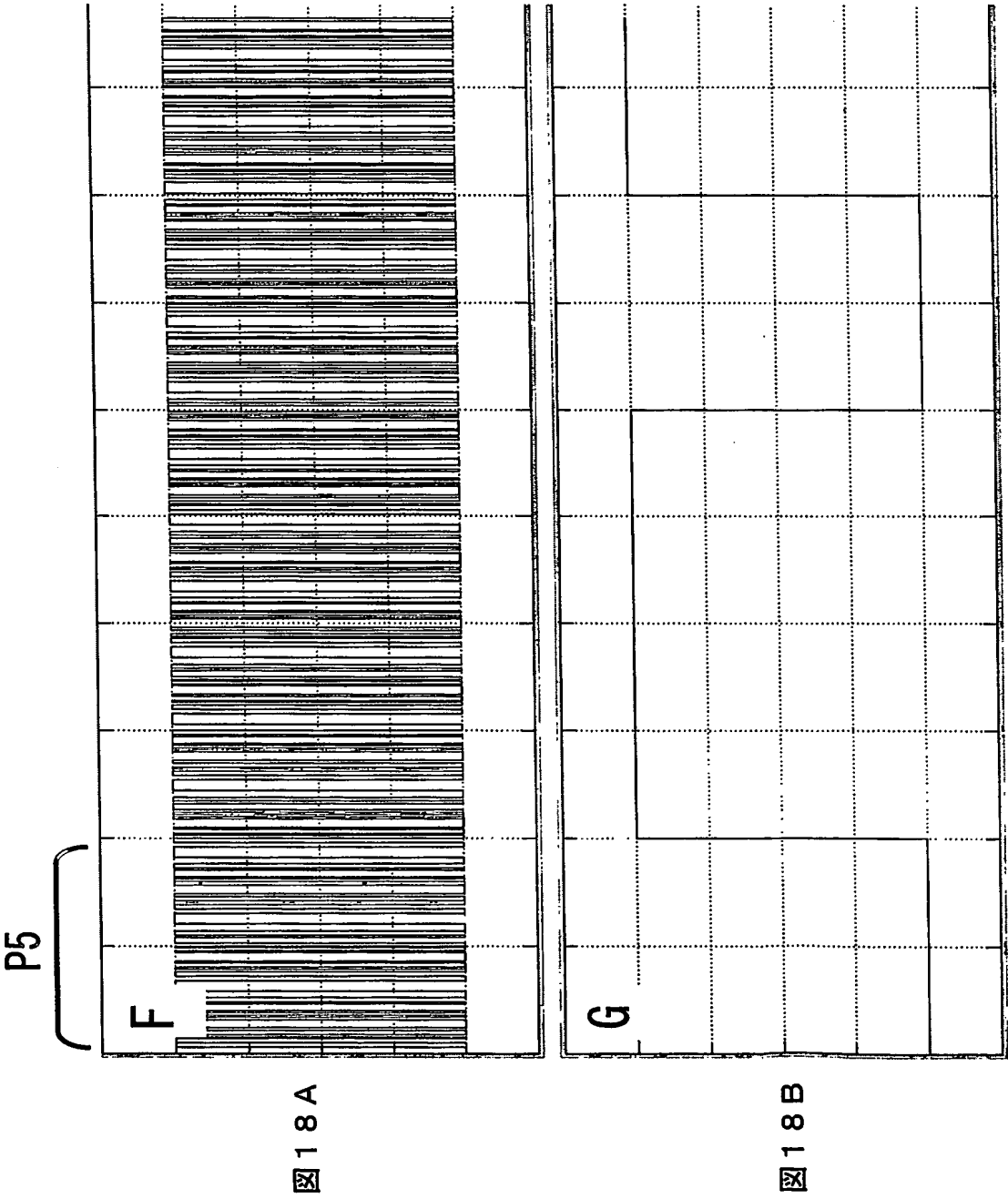
図 16A

図 16B

図 17







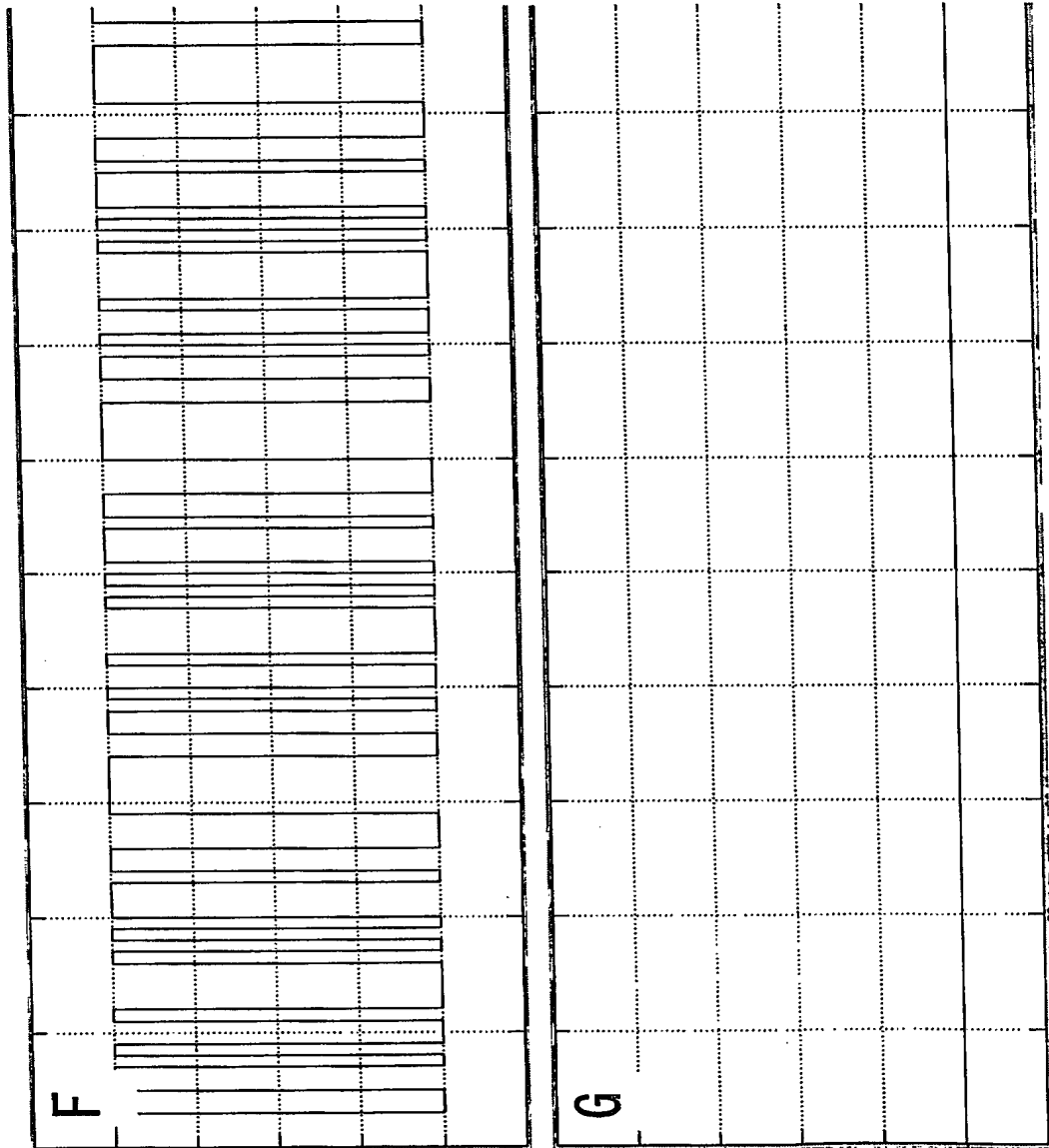
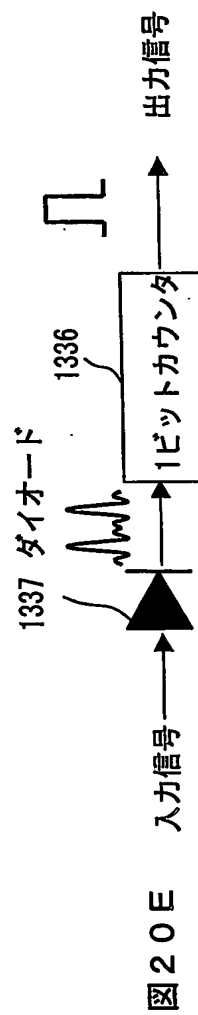
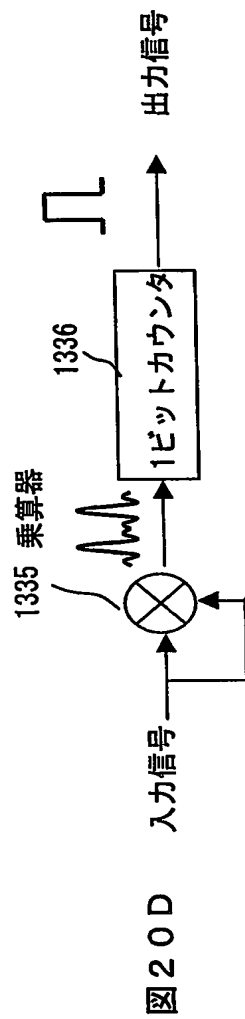
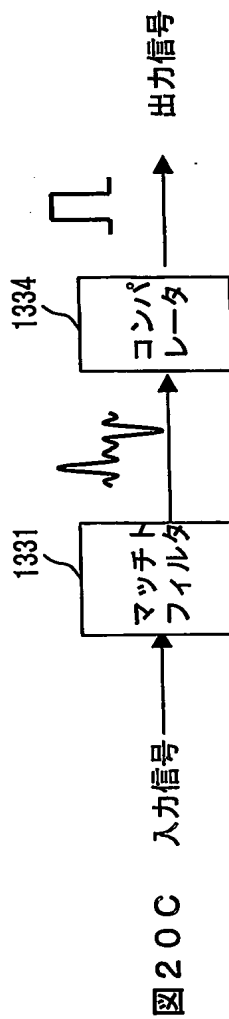
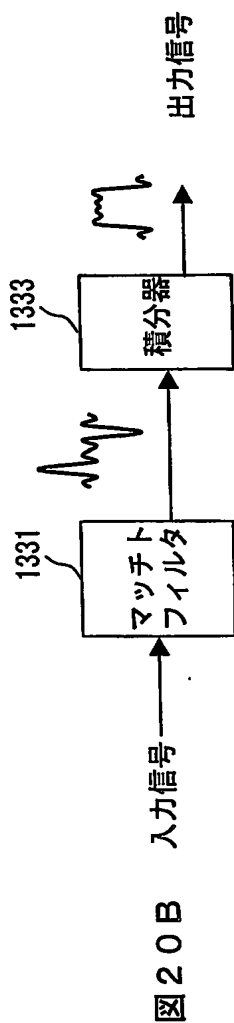
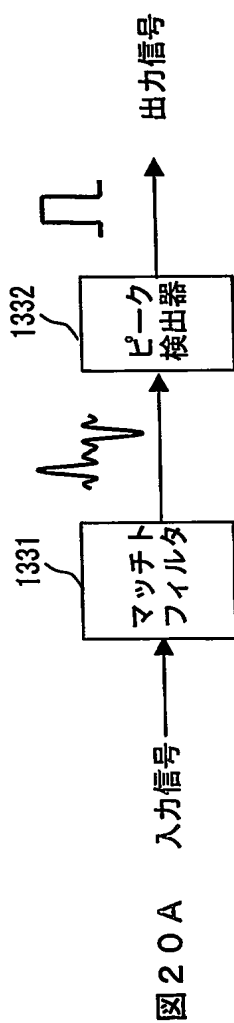


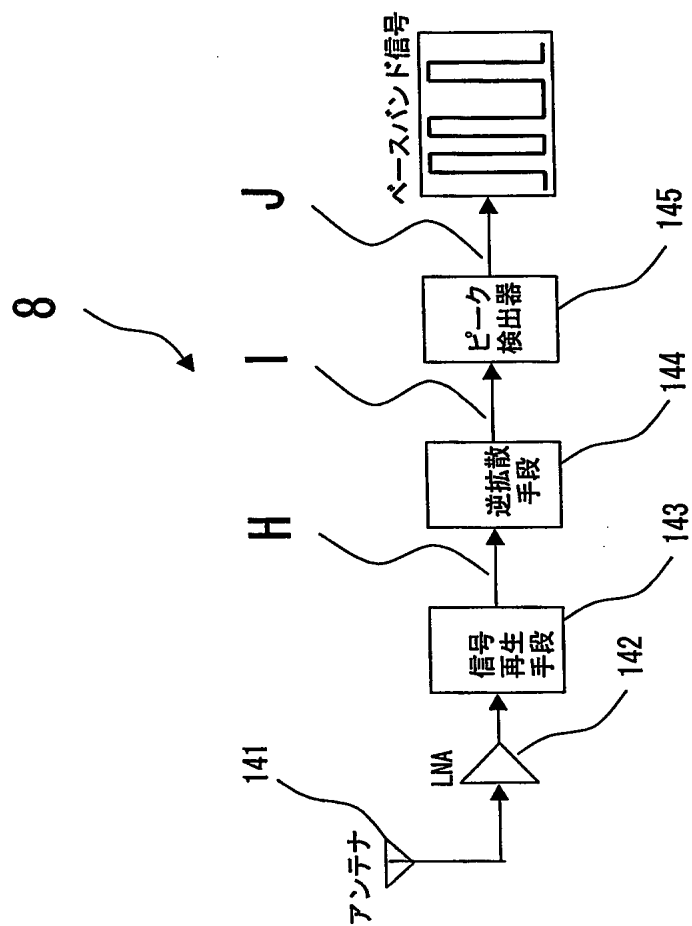
図 19A

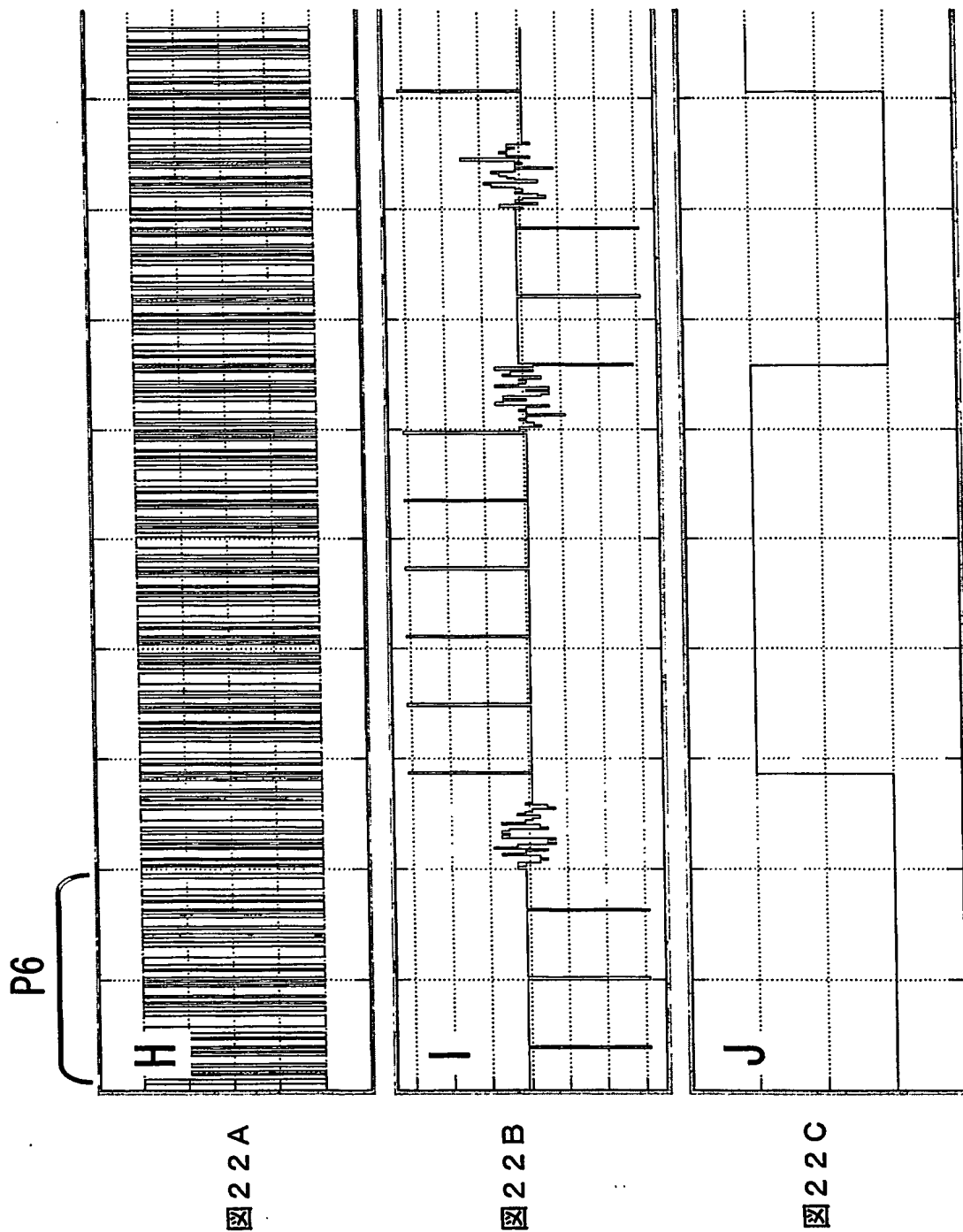
図 19B

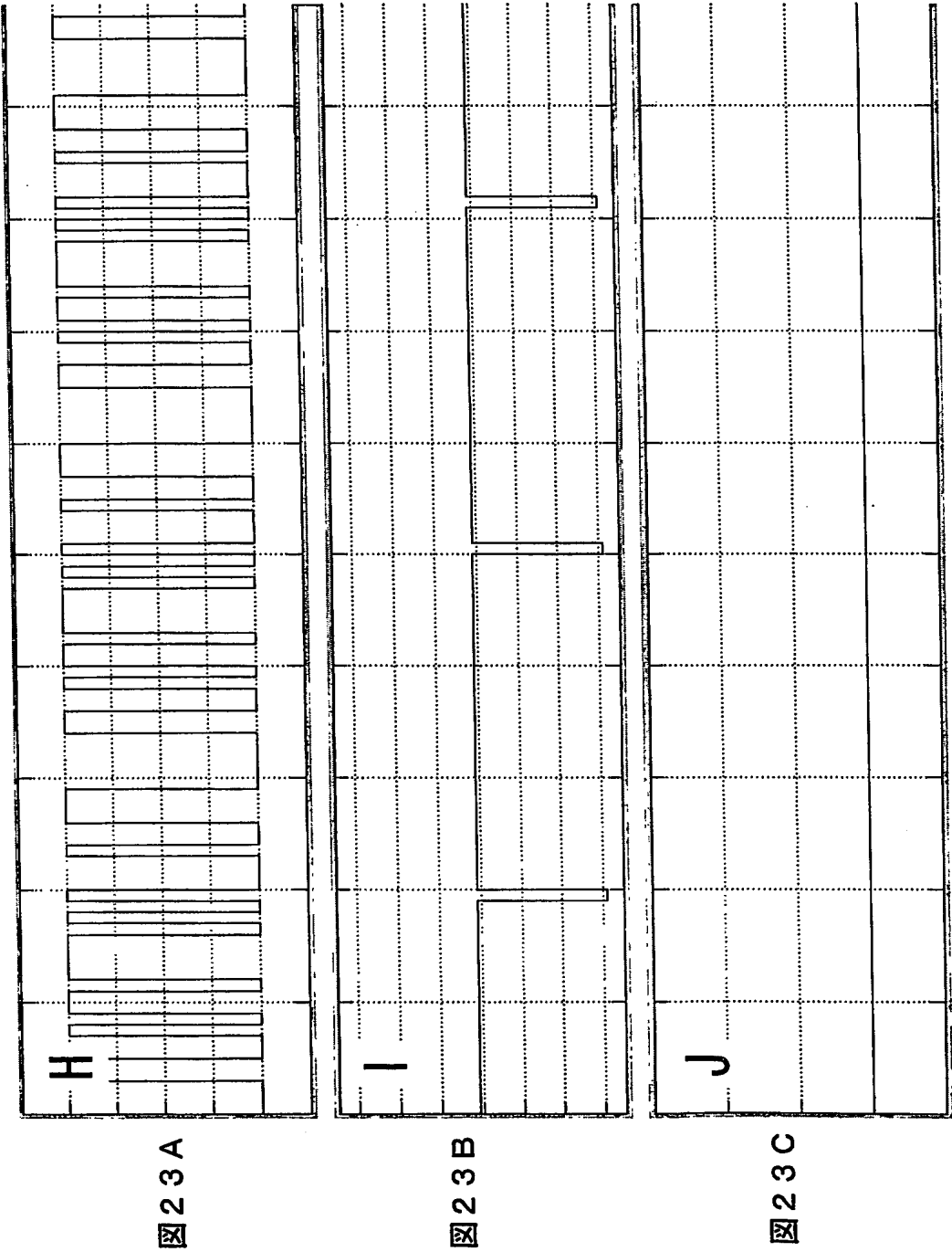


21 / 32

図 21

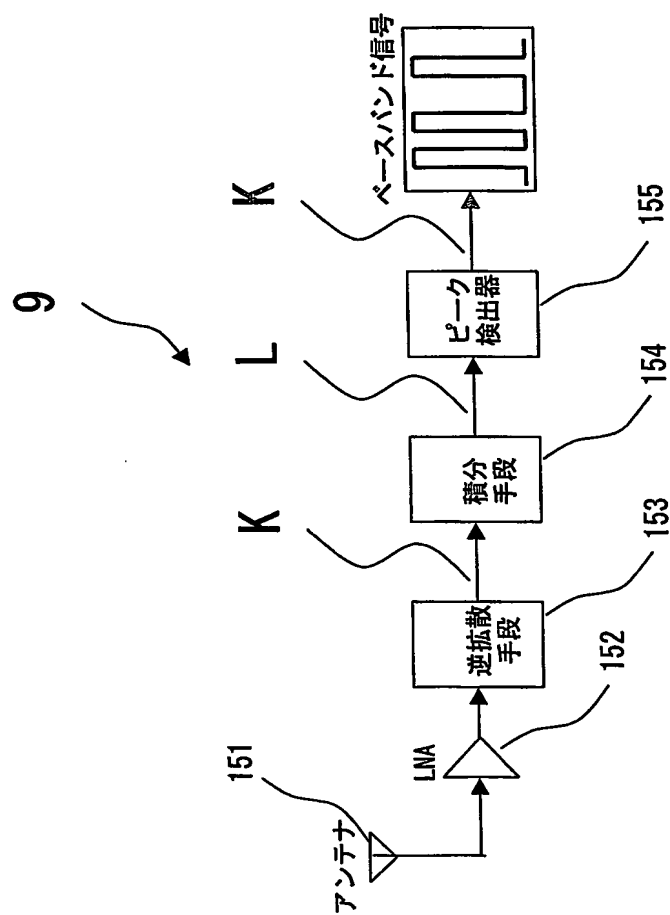


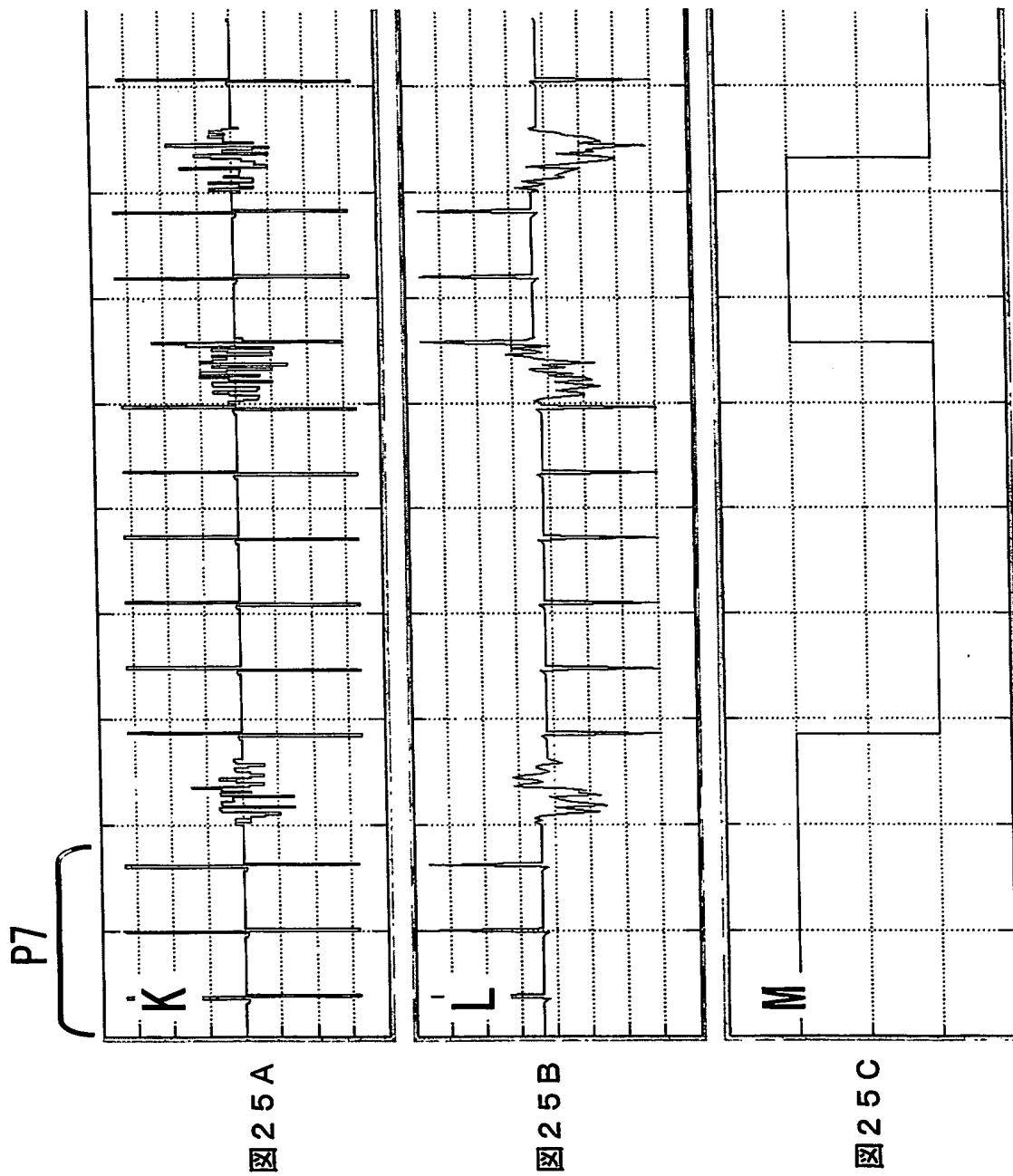




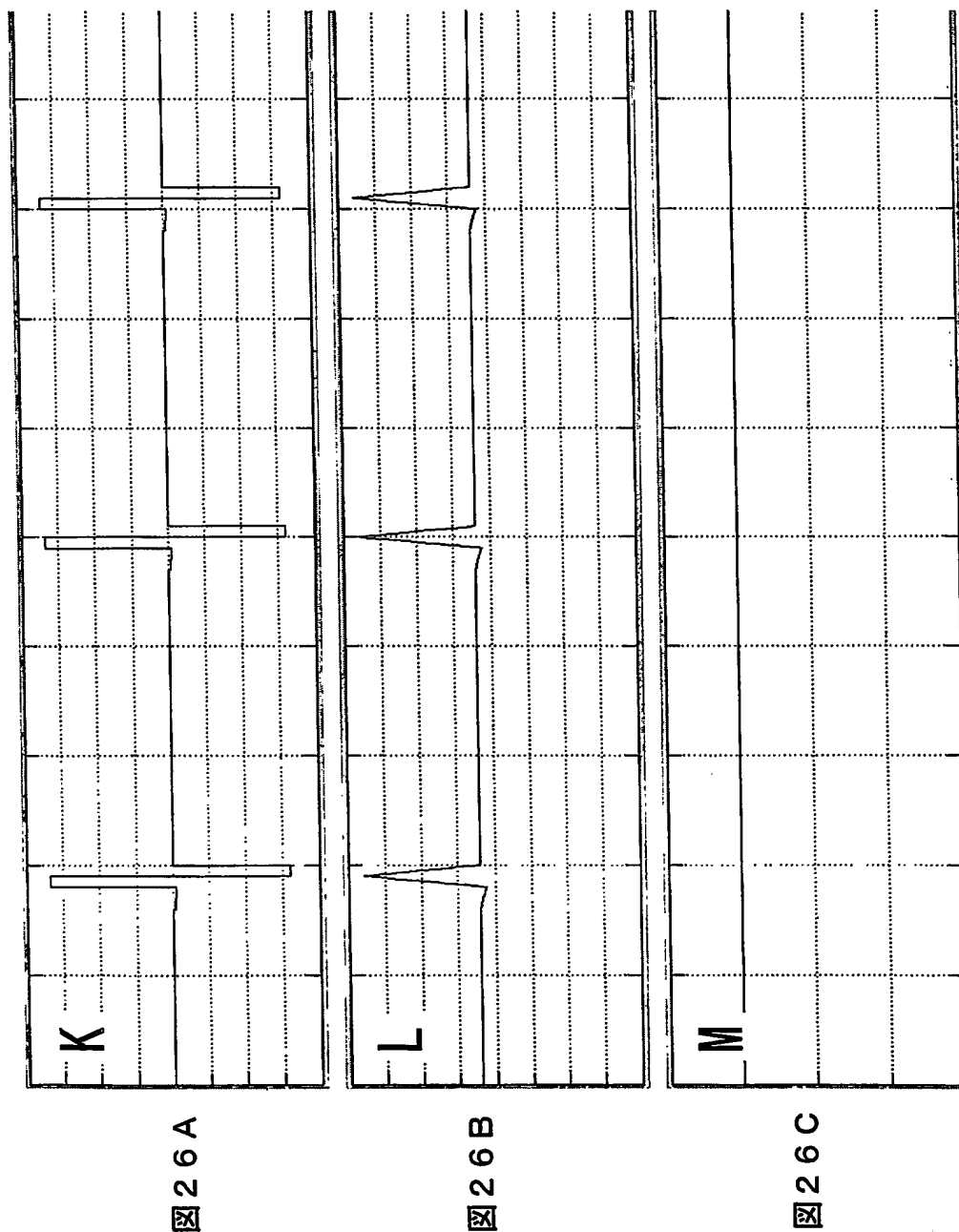
24 / 32

図 24









27/32

図 27

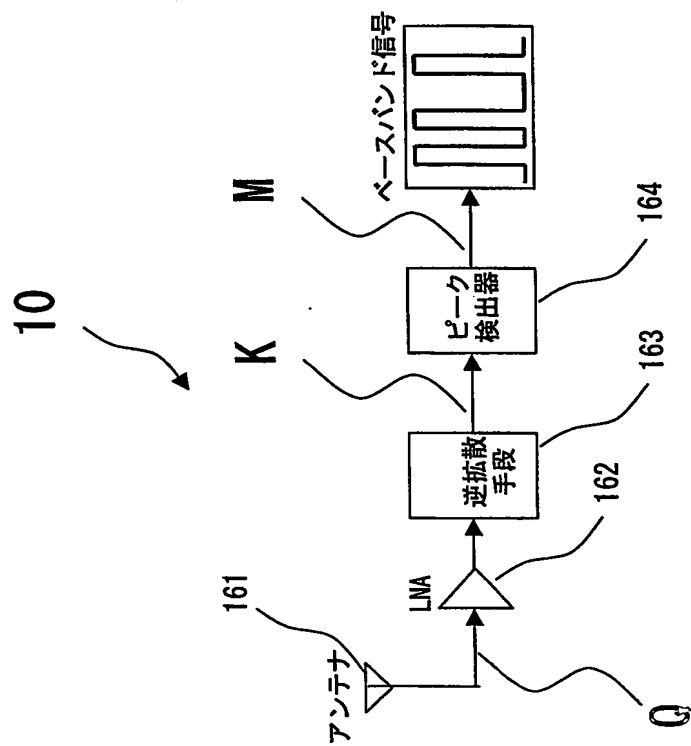
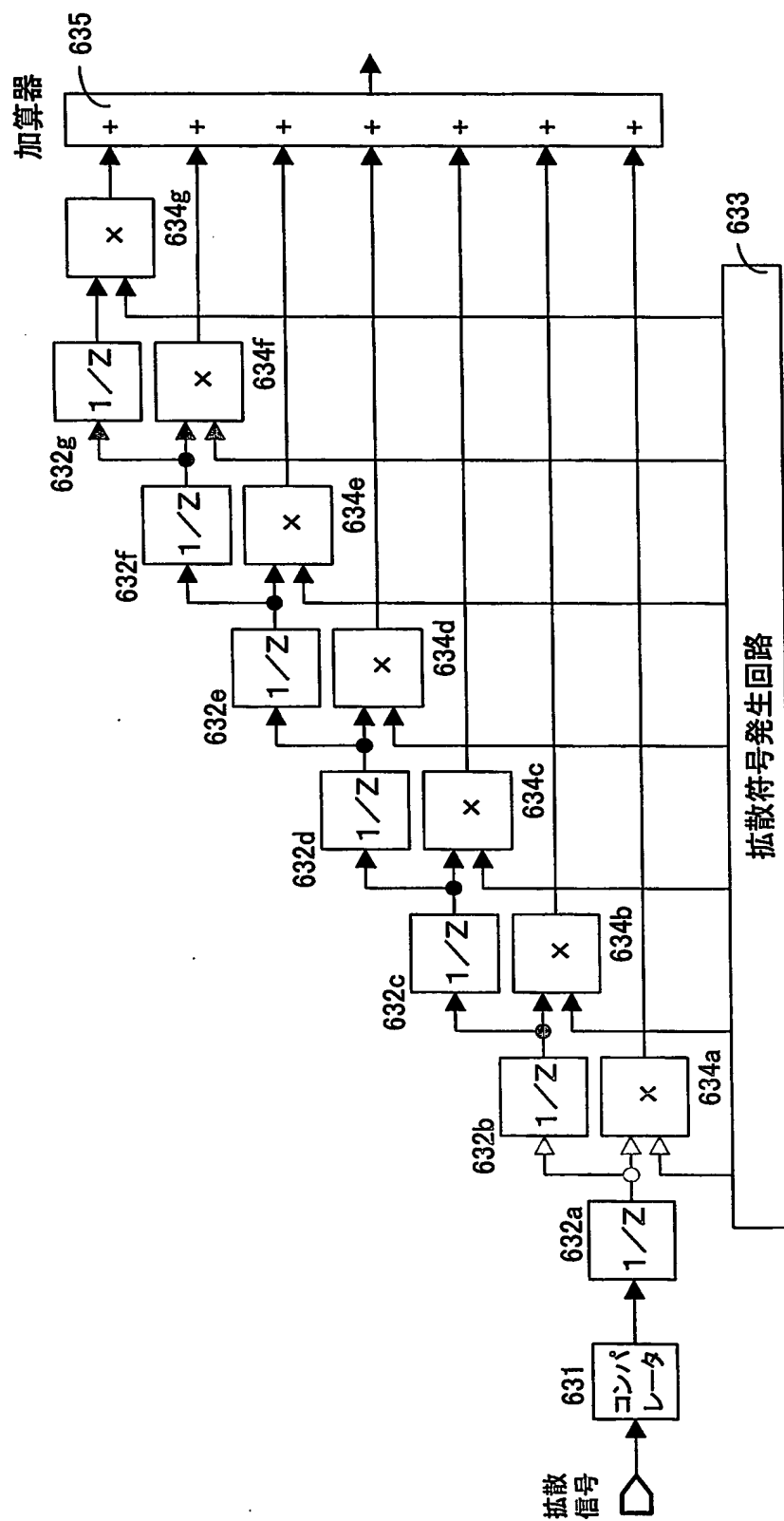


図 28



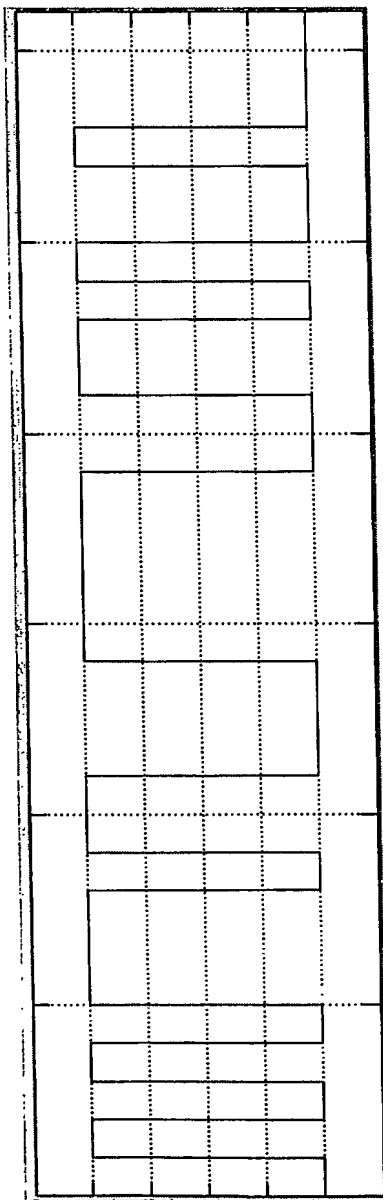


図 29A

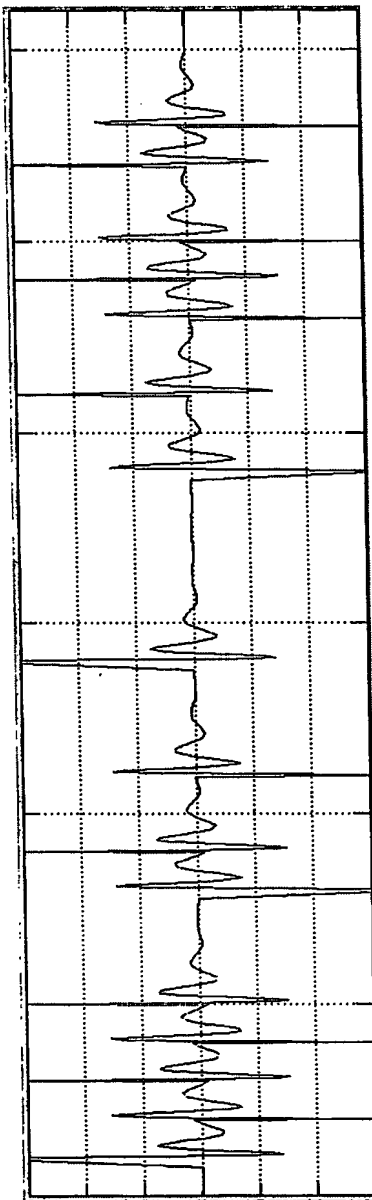


図 29B

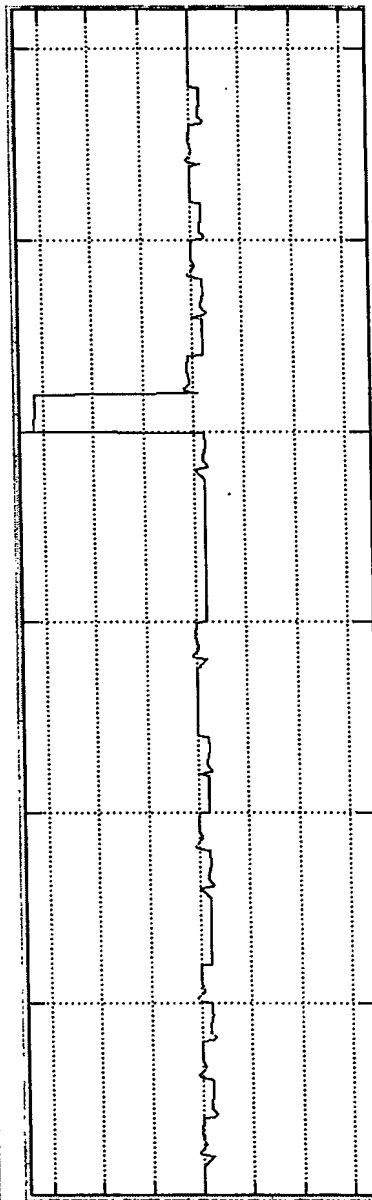
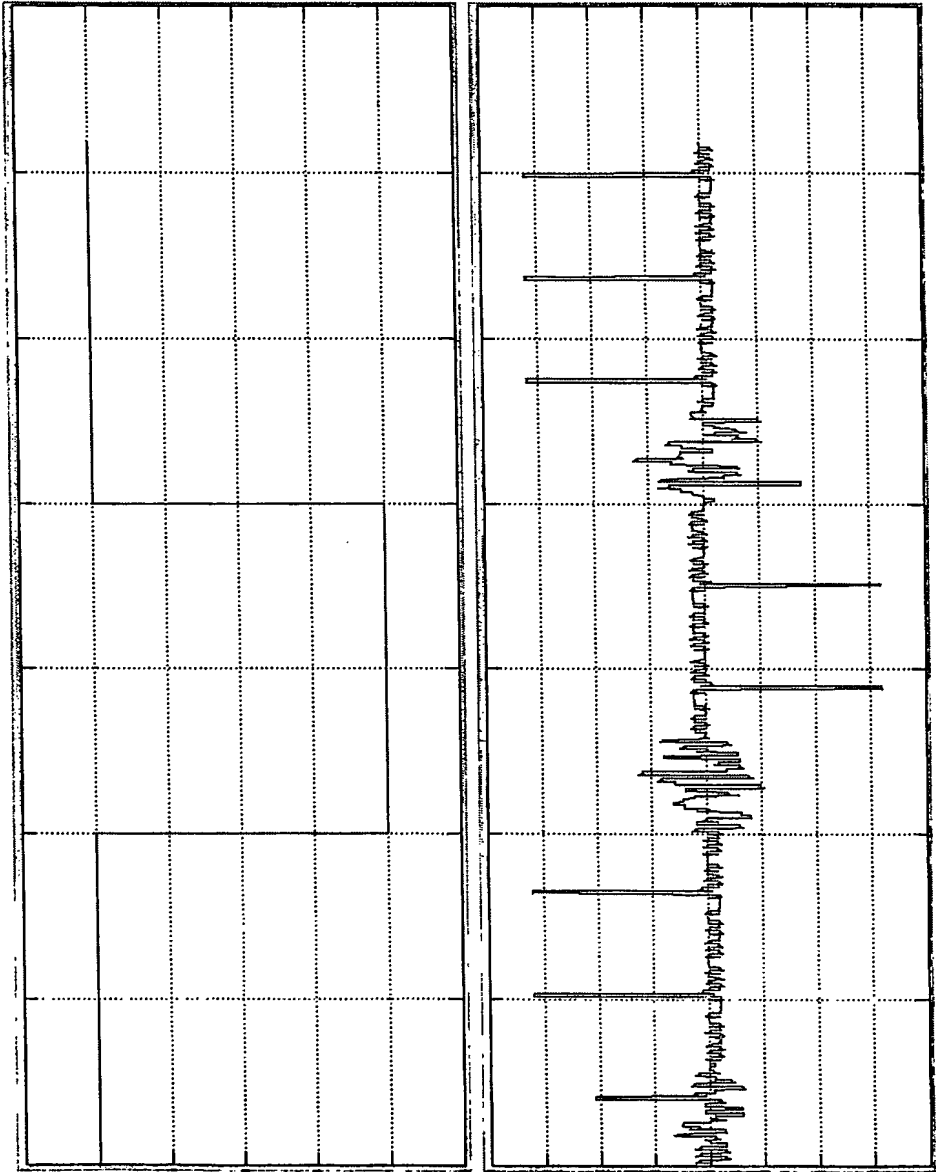


図 29C



30A

30B

31 / 32

図 3 1

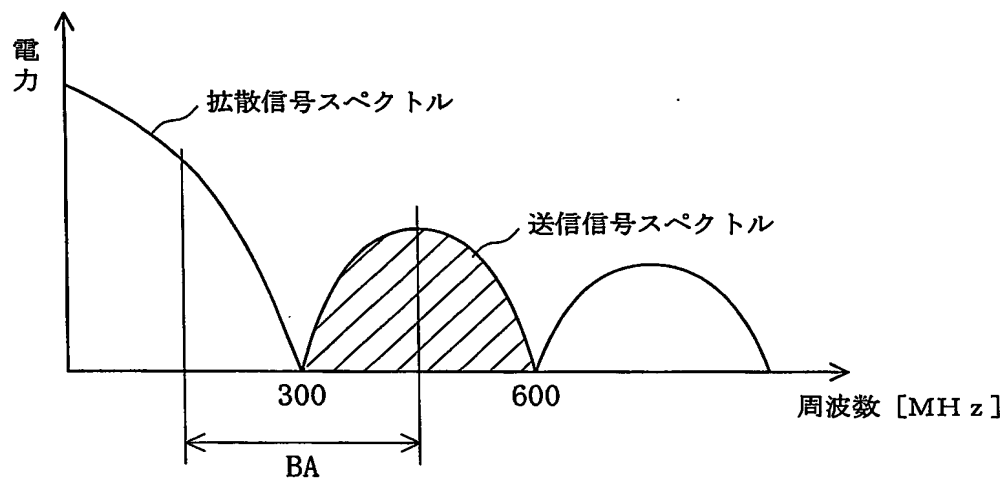
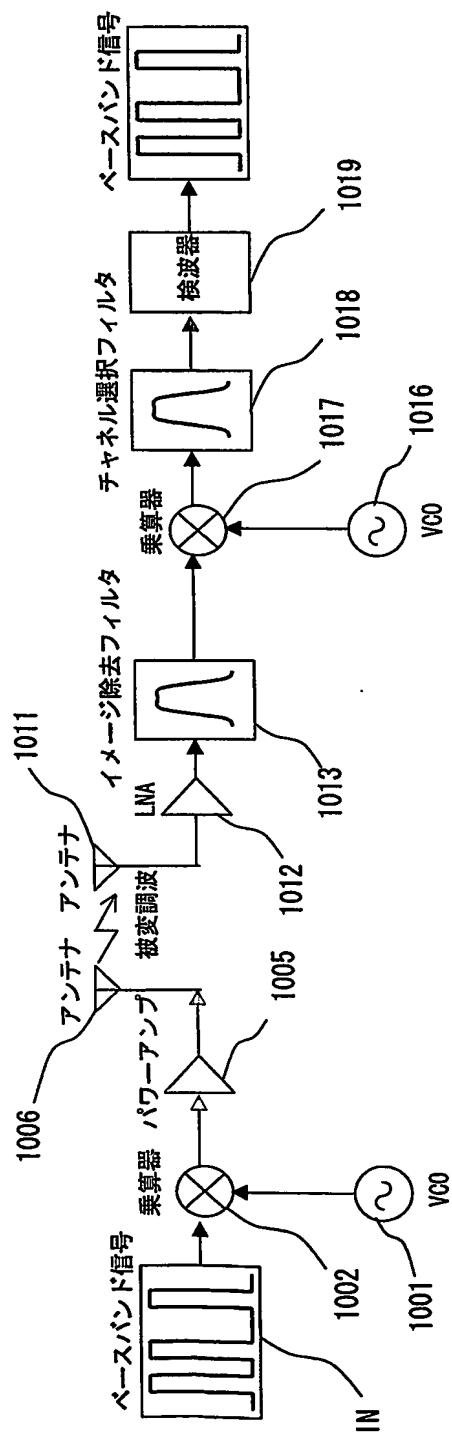


図 32



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001168

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04J13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04J13/00-13/06, H04B1/69-1/713, H04L25/49

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-335188 A (Sony Corp.), 22 November, 2002 (22.11.02), Figs. 5, 8 (Family: none)	1, 16, 22, 32, 47, 53 2-15, 17-21, 23-31, 33-46, 48-52, 54-62
X A	JP 10-508725 A (Time Domain Corp.), 25 August, 1998 (25.08.98), Claims 1, 13 to 22 & WO 9609694 A1 & AU 9536855 A & EP 782791 A1 & US 5677927 A & KR 97706662 A & US 5960031 A & US 5963581 A & AU 712260 B & US 5995534 A & US 6031862 A & AU 200014934 A & CN 1169220 A & US 6430208 B1 & AU 756880 B & US 2003/0043931 A1 & KR 386538 B	1, 2, 16, 17, 22, 23, 32, 33, 47, 48, 53, 54 3-15, 18-21, 24-31, 34-46, 49-52, 55-62

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
27 April, 2004 (27.04.04)

Date of mailing of the international search report  
18 May, 2004 (18.05.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001168

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 60-223361 A (Sony Corp.), 07 November, 1985 (07.11.85), Claim 1 (Family: none)	4, 19, 25, 35, 50, 56
A	JP 6-29948 A (Toyo Communication Equipment Co., Ltd.), 04 February, 1994 (04.02.94), Claim 1 (Family: none)	4, 19, 25, 35, 50, 56
A	JP 2002-353856 A (Japan Radio Co., Ltd.), 06 December, 2002 (06.12.02), Claim 3 (Family: none)	9, 30, 40, 61

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J13/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J13/00-13/06, H04B1/69-1/713, H04L25/49

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-335188 A (ソニー株式会社) 2002. 11. 22, 第5図, 第8図 (ファミリーなし)	1, 16, 22, 32, 47, 53
A		2-15, 17-21, 23-31, 33-46, 48-52, 54-62
X	JP 10-508725 A (タイム ドメイン コーポレイシ ン) 1998. 08. 25, 請求項1, 13-22 & WO 9 609694 A1 & AU 9536855 A & EP	1, 2, 16, 17, 22, 23, 32, 33, 47, 48, 53, 54

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 04. 2004

国際調査報告の発送日

18. 5. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高野 洋

5 K

3 2 5 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3555

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	782791 A1 & US 5677927 A & KR 97706662 A & US 5960031 A & US 5963581 A & AU 712260 B & US 5995534 A & US 6031862 A & AU 200014934 A & CN 1169220 A & U S 6430208 B1 & AU 756880 B & U S 2003/0043931 A1 & KR 386538 B	3-15, 18-21, 24-31, 34-46, 49-52, 55-62
A	JP 60-223361 A (ソニー株式会社) 1985. 1 1. 07, 請求項1 (ファミリーなし)	4, 19, 25, 35, 50, 56
A	JP 6-29948 A (東洋通信機株式会社) 1994. 0 2. 04, 請求項1 (ファミリーなし)	4, 19, 25, 35, 50, 56
A	JP 2002-353856 A (日本無線株式会社) 200 2. 12. 06, 請求項3 (ファミリーなし)	9, 30, 40, 61

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**